

TARTALOMJEGYZÉK

Tisztelt Kollégák! — A szerkesztőség előszava.....	123
MGE	
Egyesületi hírek — „A magyar geofizikusokért” alapítvány hírei.....	124
EAEG	
Az EAEG Council 1992. novemberi ülése.....	126
SZAKCIKKEK	
Egy szénhidrogén mező mélyfúrási-, teleadatainak geostatistikai feldolgozása és földtani kockázatra vonatkozó elemzése <i>Unger Zoltán</i>	127
Az amplitúdó-offszet analízis alkalmazási tapasztalatai <i>Késmárky István, Szántó Sándor</i>	143
Az első magyar szélessávú digitális szeizmológiai állomás (Piszkéstető, PSZ) <i>Bondár István, Tóth László</i>	151
Telemetrikus szeizmikus műszerfejlesztés <i>Szép Ferenc</i>	161
CIKKEK	
Szeizmikus történelem — <i>Ádám Oszkár</i>	167
MI LESZ VELED EMBERKE ?	
Hangyál János megnyitó előadása a szeptemberi vándorgyűlésen.....	172
A hazai olajipar kutatási szervezetének átalakításáról.....	175
HÍREK—BESZÁMOLÓK	
11. Elektromágneses indukciós Workshop — Az SEG 62. konferenciája és kiállítása — A MTESZ II. újságíró konferenciája.....	176
IN MEMORIAM	
Barta György.....	181
Buda Gáborné.....	183

33. évfolyam 4. szám



1992 - 1996

CONTENTS

Foreword of the Editors.....	123
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News.....	124
EAEG (European Association of Exploration Geophysicists)	
News.....	126
Geophysical Papers	
Geostatistical Analysis and Geological Risk Calculation of a Hydrocarbon Accumulation on Drill Data and Resource Parameters <i>Z. Unger</i>	127
Experiences with the Application of Amplitude Versus Offset Analysis <i>I. Késmárky, S. Szántó</i>	143
The New Hungarian Open Seismological Station (Piszkés, PSZ) <i>I. Bondár, L. Tóth</i>	151
Development of a Telemetric Seismic Equipment <i>F. Szép</i>	161
Papers	
History of Seismic Prospecting — <i>O. Ádám</i>	167
What about you?	
J. Hangyál's Address — MGE Meeting, Budapest, 1992.....	172
Restructuring of the Exploration Services in Hungarian Oil Industry.	175
News and reports	176
In Memoriam	
György Barta.....	181
Mrs. Márta Buda.....	183

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.
Telefon: 252-4999

Felelős kiadó: Ráner Géza igazgató
Erős Rezső és fiai nyomda, Budapest — Felelős vezető: Erős Rezső



Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő hivataloknál, a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján, 1990 Budapest V., József nádor tér 1., vagy átutalással a 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Egy szám ára: 60 Ft. Előfizetés egy évre: 240 Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, 1389 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 279. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer.



BUDA GÁBORNÉ

1931–1992

Szomorú szívvel vettünk végső búcsút BUDA Gáborné, született NÉMETH Mártától, a Magyar Geofizikusok Egyesületének egykori szervező titkárától, akit 62 éves korában váratlanul ragadott el a súlyos, megállíthatatlan betegség.

Életútja 1931-ben indult, a Mátra erdeinek alján levő kis szülőfaluban Szurdokpüspökiben, majd innen Egerbe vezetett tovább, ahol érettségizett és a kenyérkereső munkával is megismerkedett az ötvenes évek kezdetén.

1953-ban férje oldalán a szülőföld hegyeitől távolabbra, Kecskemétre került, pályája itt találkozott a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségével, amelynek először külső munkatársa, majd 1968-tól a szövetség kecskeméti szervezetének szervező titkára lett.

1977-től 1987-ig, nyugalomba vonulásáig, egy évtizeden keresztül volt a Magyar Geofizikusok Egyesületének megbecsült és szeretett szervező titkára. Titkárságának idejére esett sok egyéb fontos rendezvényünk mellett a budapesti EGS Konferencia és Egyesületünk eddigi legnagyobb vállalkozása, az 1985-ös budapesti EAEG Konferencia és Kiállítás is, amelyeknek rendezésében kulcsszerepet játszott.

BUDA Márta a valóságban több volt számunkra, mint amit az ügyrend szürke fogalmai szerint szolgálati címe takart, aki ismerte, tapasztalhatta rokon-szenves lényéből kisugárzó kedvességét és jóságát. Aki ismerte, az csak szeretettel emlékezhet rá.

Nagy Zoltán

Tisztelt Kollégák!

Mindenekelőtt elnézést kérünk az évfolyam előző 2.-3. számának megkésett megjelenése miatt. Ennek legfőbb oka az új szerkesztőség tapasztalatlansága volt. Kérjük, hogy a megkésett füzetet tekintsék tanulónak számának.

A jövőben a pontosabb megjelenés érdekében a lapot minden negyedév végén, tehát március 31-én, június 30-án, szeptember 30-án és december 31-én fogjuk lezárni. Tekintettel a kiadás körülbelül 3 hónapos átfutási idejére, ez nagyjából azt jelenti, hogy az egyes füzetek június végére, szeptember végére, december végére és a következő év márciusának végére várhatók.

Ahhoz azonban, hogy ezt az időütemezést tartani tudjuk, a szerzők segítségére is szükségünk van, cikkeink szerzőitől tehát a következőket kérjük:

1./ A kéziratokat juttassák el közvetlenül, ha lehet személyesen, a megbízott főszerkesztőhöz a következő címre:

Dr. Bodoky Tamás,
Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz utca 17-23.

2./ A kéziratok előkészítésénél az alábbi szabályokat tartsák szem előtt:

A szerkesztőség a kéziratokat két példányban, géppel (vagy szövegszerkesztővel) írva kéri. Minden kézírathoz kérjük a szóban forgó cikk címét, „*resumé*”-jét és ábraaláírásait magyar és angol nyelven mellékelni.

Kérjük a szerzők munkahelyének és címének megadását.

Kérjük, hogy a hivatkozásoknál a hivatkozott szakirodalom szerzőinek nevét és a publikálás évét használják, az irodalomjegyzék sorszámaival történő hivatkozások nem megfelelőek.

Az irodalomjegyzéket kérjük a Magyar Geofizika 33. évf. 2.-3. számában vagy az ennél későbbi számokban megjelent irodalomjegyzékek formai mintájára összeállítani.

A cikkek íróinak a fentiekben túl javasoljuk, hogy a FIRST BREAK című folyóirat 10. kötetének 10. füzetében (1992. október) a 364. oldalon található

„Guidance for Authors” című útmutatót is olvassák el. A jelzett útmutató nagyon jól foglalja össze a szakcikknek a Magyar Geofizikában is kívánatos formai követelményeit.

3./ Jelentős segítséget jelent a szerkesztőségnek, ha a szerző, illetve a szerzők a kézirat anyagát floppy lemezen WORD 5.0 formátumban is át tudják adni.

4./ Jelentős segítséget jelent a szerkesztőségnek, ha a szerző, illetve szerzők a kéziratot a szakterület egy elismert szakemberével lektoráltatják és mellékelik a kézírathoz a írásos lektori véleményt is.

* * *

A szakcikk mellett az Egyesület hírein túl az olyan szervezetek híreinek is, amelyekkel Egyesületünk szorosabb kapcsolatban van, külön rovatot szeretnénk fenntartani. Erre példa a már 1992-ben elindított EAEG rovat. Hasonló rovata lehetne az SPWLA-nak vagy az EGS-nek is, amennyiben a mélyfúrási, illetve az általános geofizikával foglalkozó kollégáink ezt igényelnék. Természetesen, ha valóban igénylik, akkor az aktuális híryanag időre történő összeállításának munkája rájuk hárul. Kérjük az SPWLA Chapter illetve az Általános Geofizikai Szakosztály tagjait, hogy ezt gondolják végig és ha értelmét látják, jelöljenek valakit a szerkesztőségbe, aki a megfelelő híryanag időre történő szolgáltatását vállalja.

Végül szeretnénk itt megint emlékeztetni az előző számban már közzétett kérésünkre. Kérjük kollégáinkat, hogy a különböző nagyobb létszámú geofizikust foglalkoztató cégek, intézmények helyzetéről, illetve az egyes régiókban a geofizikai munkahelyek sorsáról folyamatosan tájékoztassanak bennünket, hogy Egyesületünk tagjai egy nagyjából aktuális helyzetképpel rendelkezessenek.

Tisztelt Kollégák, továbbra is várjuk tudósításait, beszámolóikat.

A szerkesztőség

EGYESÜLETI HÍREK

— Október 16-án mély fájdalommal kísértük utolsó útjára BUDA Gáborné Mártát, Egyesületünk volt ügyvezető titkárát. A búcsúbeszédet NAGY Zoltán, Egyesületünk elnöke tartotta.

— Október 15-én az MGE Elnöksége kihelyezett és kibővített ülést tartott Sopronban. A vendéglátók nevében ÁDÁM Antal köszöntötte a megjelenteket, majd BENCZE Pál számolt be a Soproni Csoport tevékenységéről.

Az Elnökség többek között határozott

- az Eötvös Loránd Emlékérmét odaítélő bizottság tagjairól (ÁDÁM Antal, BODOKY Tamás, DOBRÓKA Mihály, DRACHOS Dezső, POSGAY Károly, SZABADVÁRY László és VERŐ József);

- az 1994-es nemzetközi mélyszeizmikus konferencia magyarországi megrendezésének megpályázásáról;

- idegen szakszavak és kifejezések magyarításával foglalkozó bizottság létrehozásáról.

— November 5-én RYBACH László professzor nagysikerű előadást tartott légi radiometrikus méréseiről. Az előadás előtt NAGY Zoltán meleg szavakkal méltatta a professzor eddigi tevékenységét és átnyújtotta neki Egyesületünk tiszteleti tagságát igazoló oklevelet.

— Az Elnökség november 26-i ülésén

- megkezdte az 1993-as közgyűlés és tisztújítás előkészítését;

- foglalkozott CHEN LHU-SHOU professzor, új tiszteleti tagunk magyarországi programjának összeállításával;

- döntött arról, hogy az Egyesület 1992. évi nyereségéből 700 000 Ft-ot a Magyar Geofizikusokért Alapítvány számlájára áttul;

- megtárgyalta az 1994-es mélyszeizmikus konferencia pályázati anyagát.

— Az SPWLA Budapest szakosztálya november 27-én szakmai előadóülést szervezett, amelyen Rune NICOLAYSEN (SAGA PETROLEUM), BOKOR Csaba és BENKÓ Attila (MOL Rt.) tartott előadást.

— A MTESZ Kamara december 4-i Szövetségi Tanácsának ülésén Dr. NÁRAY-SZABÓ Gábor 2 évre ismét a MTESZ Kamara elnökévé választották.

— Az AAPG neves előadók sorozatában Egyesületünk december 9-én Dr. Daniel BERNOULLI, a Zürich-i Műegyetem professzorát látta vendégül, aki nagysikerű előadást tartott a Mediterrán Tethys kifejlődésének újabb megközelítéséről.

— Egyesületünk Elnöksége december 17-én tartotta évzáró, évbúcsúztató kibővített ülést.

— A Szénhidrogén Szakosztály megválasztotta (levélbeni szavazással) vezetőjét:

Elnök:	MOLNÁR Károly
Alnökök:	Dr. POGÁCSÁS György Dr. VINCZE Tamás
Titkár:	ifj. SOMFAI Attila
Tagok:	Dr. KISS Bertalan Dr. MEGYERI Mihály MOLNÁR János Dr. SZALAI Áprád TRÖMBÖCZKY Sándor

Munkájukhoz sok sikert, erőt és egészséget kívánunk.

Ferenczy László

A MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY HÍREI

Az Alapítvány alaptőkéje 1992. január 1-én

5 790 400 Ft volt.

Az 1991. évi kamatok összértéke mitegy 1,2 Mft.

Az Alapítvány Kuratóriuma úgy döntött, hogy 1992-ben ezt az összeget kívánja felhasználni a következő megosztás szerint

1. Főleg nyugdíjas MGE tagok szociális támogatására	300 000 Ft
2. A Szenior Bizottság javaslata alapján Ifjúsági Ankét kiadásaira az Ifjúsági Bizottságnak	25 000 Ft
3. Tudományos Bizottság rendelkezésére az év legjobb, magyar folyóiratokban megjelenő cikkeinek jutalmazására	60 000 Ft
4. Középiskolásoknak kiírt pályázat díjazására	35 000 Ft
5. 35 éven aluli kutatók tudományos tevékenységének (elsősorban külföldi tanulmányutak) támogatására	700 000 Ft
6. Alapítvány általános költségeire	80 000 Ft
összesen:	1 200 000 Ft

Az 1. tételt két részletben kifizettük a legrászorultabbnak ítélt személyeknek és ezúton is kérünk minden tagtársat, hogy aki akár nyugdíjasként, akár munkanélküliként, akár betegség miatt, vagy más okból segítségre szoruló tagtársunkról tud, értesítse arról a kuratóriumot az MGE Titkárságán keresztül.

A 2. tételt az Ifjúsági Bizottság felhasználta.

A 3. tételt a Tudományos Bizottság a Közgyűlésen használja fel.

A 4.-re nem érkezett még pályázat.

Az 5. tétel keretéből az alábbi tagtársak tanulmányi útjaihoz, ösztöndíjához tudunk hozzájárulni:

a. KRUPPA Attila és GOMBÁR László NSzK	139 377 Ft
b. VÁRKONYI László Colorado	147 646 Ft
c. DETZKYNÉ L. Katalin Norvégia	68 767 Ft
d. ZIEGLER Bertalan Williamsburg	84 069,70 Ft
e. BODROGI Marilla és CSATHÓ Beáta Washington	128 858 Ft
f. NÉMETH Balázs Kanada	110 000 Ft
g. GYÓRFY István egy. hallg.	30 000 Ft
összesen:	708 717,70 Ft

A 6. tételben jelzett általános költségekről még nincs végleges adatunk, 1992. december elején 50 000 Ft alatt vannak kiadásaink.

Budapest, 1992. december 19.

Nemesi László
a Kuratórium elnöke

AZ EAEG COUNCIL 1992. NOVEMBERI ÜLÉSE

Az EAEG vezetősége 1992. évi utolsó ülését november 24-én a szokástól eltérően nem a következő kongresszus színhelyén Norvégiában, hanem Hollandiában, az Utrecht közelében fekvő Zeist-ben, az egyesület „Business Office”-ében, azaz a főhadiszállás hivatali helyiségeiben tartotta.

Az ülésen Joost NOOTEBOOM elnök, aki jelenleg Romániában a Shell koncessziós kutatásait vezeti, elnökölt és az EAEG Council tagokon kívül jelen volt még Evert van der GAAG „business manager” (ez a mi szervező titkárunknak megfelelő főállású adminisztratív vezető), valamint helyettese és állandó meghívott vendégként az EAPG elnöke, aki jelenleg az angol Myles BOWEN. A megbeszélések a Council Meeting-ek bevett „ritusa” szerint a napirend elfogadásával, majd az előző ülések korábban szétküldött jegyzőkönyveinek jóváhagyásával kezdődtek. Ezután sorrendben a következő témák kerültek terítékre:

- Az 1993-as stavangeri kongresszus és kiállítás rendezői ismertették a szervezés pillanatnyi állását. Ezzel kapcsolatban meg kell említenem, hogy ez a kongresszus az EAEG részéről kísérleti rendezvénynek számít, mert a koppenhágai, majd a firenzei és párizsi kongresszusok pénzügyi sikerén felbuzdulva az egyesület adminisztratív vezetése azt javasolta, hogy ezentúl ne adják ki a kongresszusok rendezését, a korábbi gyakorlat szerint, profi rendező irodáknak, hanem maga a „Business Office” álljon rá a rendezésre, mert így a rendezők tetemes nyeresége is az egyesületnél marad. A Council ezt az elképzelést elfogadta, aminek az eredményeként a korábban egyetlen „Business Manager”-rel és egyetlen titkárnővel dolgozó főhadiszállás (pont annyi volt a létszámuk, mint az MGE titkárságának!) gyors szaporodásnak indult és ma már nemcsak két ügyvezető titkára, hanem rajtuk kívül még vagy öt-hat különböző feladatokra szakosodott titkárnője is van. (Bár székház még nincs, de a fentiekkel a nagy Parkinson szerint már vitathatatlanul elindultunk a lejtőn!)
- Értékelték az előző számunkban KÉSMÁRKY kollégánk által referált Big Sky-i kutatói mun-

katalálkozót, döntöttek a SEG 1993-as „Reservoir” Forum-án való részvételről és szoba került még az 1994-es SEG-EAEG közös munkatalálkozó, bár ez az utóbbi csak röviden, mert a főszervező Gildas ONMNÉS nem tudott eljönni.

- Áttekintették az elmúlt kongresszusok még függőben lévő ügyeit, amelyek között természetesen a párizsi kongresszus (igen kedvező) pénzügyi mérlege szerepelt a legnagyobb súllyal.
- Megvitatták a kiállítók képviselőjének párizsi jelentését. A kongresszusokon a kiállítóknak ugyanis külön választott képviselője van, aki minden Meeting alkalmával megrendezi a kiállítók találkozóját, ahol a kiállítók elmondhatják az éppen aktuális kiállítással kapcsolatos minden kifogásukat és javaslatukat. Párizsban a kiállítók képviselője már tagja volt a helyi szervező bizottságnak is és beleszólhatott közvetlenül is a szervezésbe, így a kiállítást maguk a kiállítók is sikernek minősítették utólag.
- Beszámolt az egyesületi lapok szerkesztősége. Ezen a téren a legfontosabb fejlemény az volt, hogy az EAEG és az EAPG megegyeztek abban, hogy a „First Break”-et közös lapnak tekintik és az EAPG egyelőre nem indít saját külön lapot.
- A „Business Office” ismertette az egyesület pénzügyi helyzetét, összehasonlítva az 1991. évi tény adatokat az 1992. évi becsült és az 1993. évi tervezett adatokkal. A számok egy egészséges egyesület stabil gazdálkodását tükrözték.
- Végül foglalkozott még a Council a tagfelvételi kérelmekkel, az EAEG kitüntetések odaítélésével és a más hasonló társulatokkal fenn tartott kapcsolatokkal, valamint az SEG moszkvai és New Orleans-i rendezvényével.

Bodoky Tamás

Egy szénhidrogén mező mélyfúrási-, telepadatainak geostatistikai feldolgozása és földtani kockázatra vonatkozó elemzése¹

UNGER ZOLTÁN²

A geostatistika módszereinek a szénhidrogén-kutatásban történő egyik alkalmazási kísérletéről számolok be.

A szénhidrogén mező telepparamétereinek geostatistikai feldolgozása és az eredmények geológiai értékelése során előbb az alsópannon tárolókőzetek rezervoár-geológiai csoportosítását ellenőriztem, majd a paraméterek telepen belüli eloszlását vizsgáltam és végül elkészítettem a paraméterek térképeit.

Részletesebben kifejtve: eloszlás-, entrópiavizsgálatokkal kezdtem az elemzést, ezek eredményei alapján tisztáztam a kutatási terület homokkőtestjeinek összetartozását és számítottam a paraméterek ismertségi fokát.

Regressziós kapcsolatokat kerestem a telepes összlet paraméterei között és amennyiben azok felhasználhatók voltak, a matematikai összefüggéseket is közöltem.

A félvariogramok tanulmányozásával a telepparaméterek változékonyságát és hatástávolságát állapítottam meg. Az irányfüggetlen félvariogramok segítségével lineáris becslést — krigelést — végeztem és így szerkesztettem a térképeket is. E vizsgálatok eredményeként a hatásterületi ellipszis irányával megegyező tektonikai, valamint üledékesedési párhuzamokat véltem felfedezni. Sikertől kijelölni — prognosztizálni — a CH-földtanilag legperspektivikusabb területet, amely jó egyezést mutat a szeizmikus kiértékelés során kapott területtel.

Az elemzések a paraméterek földtani kockázat vizsgálata révén válnak teljessé. Ennek segítségével az adott paraméterre vonatkozó állítások, statisztikai számítási eredmények, illetve a becslések földtani kockázatát számszerűsítettem. A földtani kockázatszámítás lényegében a gazdasági kockázat becslésének egyik alapja.

Z. UNGER: Geostatistical Analysis and Geological Risk Calculation of a Hydrocarbon Accumulation on Drill Data and Resource Parameters

In my paper I would like to give an outline about the application of geostatistical methods in hydrocarbon research.

In the geostatistical analysis of the resource parameters of hydrocarbon accumulation and in the geological interpretation of the results I examined the division of the Lower Pannonian sandstones grouped on reservoir and geological criteria. After that I analysed distributions of the parameters and completed their maps.

In details: The analysis began with the study of distributions and entropies and after the classification of the reservoir and the numeric degree of knowledge on it. I investigated the regressive relationships between the resource parameters and if they were applicable I gave their mathematical formula. With the semivariogram analysis I determined the variability and the range of the parameters. Using the isotrop semivariograms, I made linear estimation — kriging — and constructed the distribution maps of the parameters.

I observed coincidence between the axes of the anisotrop semivariogram range ellipse and the tectonic directions and sedimentation (basin infilling). I marked the most perspective area for hydrocarbon accumulation, which corresponds to that given by seismic interpretation.

All these analyses were completed with the geological risk calculations. Using risk calculations I qualified the geological risk of the statements, statistical results and estimations of the parameters and based an economic risk determination on them.

Bevezetés

A geológia — mint tudomány — már több szempontból megérett arra, hogy túllépjen leíró jellegén. A különböző alaptudományok kutatási eredményei századunk végére óriási teret hódítottak a geológiai kutatásban; önálló geo-tudományokká nőttek ki magukat (geofizika, geokémia, geomatematika stb.). A szakágakban végzett kutatások végeredményei olyan

következtetések, amelyekre a további nyersanyagkutatást alapozzák. A felelős következtetések mércéjét az összehasonlítható számszerűsítések jelentik.

A geomatematika és ezen belül a geostatistika az a szakterület, amely az adatok, a földtani paraméterek számszerűségében rejlő törvényeket vizsgálja [AGTERBERG F. P. 1974, BAKSA Cs. et al. 1983]. Az említett szakág alapja a matematikai statisztika, amely bányászati alkalmazásai során a geofizikához hasonló speciális szakterületet teremtett. A geostatistika születése az 1950-es évekre tehető és a dél-afrikai KRIGE, valamint a franciaországi MATHERON professzorok tevékenységének köszönhető. E szakterület, amely ma már saját terminológiával és spe-

¹ A 21. Geofizikai Vándorgyűlésen 1992. 09. 03-án elhangzott előadás

² MOL Rt. Geofizikai Kutató Egysége, H-1068 Budapest, Városligeti fasor 42.

ciális módszerekkel rendelkeznek, létjogosultságát a sajátos bányászati feladatok megoldása során igazolta [GUARASCIO M. et al. 1976, FÜST A. 1990, JOURNAL A. G., HUIJBREGTS Ch. J. 1978].

Általában a következő geostatistikai módszereket alkalmazzák a leggyakrabban a vizsgálatok során: eloszlás-, entrópia-, regressziós-, félvariogram-, földtani kockázat vizsgálatok, paraméter becslések, stb.

Eloszlásvizsgálatok során a paraméterekről, mint valószínűségi változókról akkor kapunk képet, ha a diszkrét adatokból tapasztalati (eloszlás, sűrűség) függvényeket szerkesztünk [MATHERON G. 1965]. Erre a legcélszerűbb megfelelő hisztogramokat készíteni, amely segítségével az empirikus sűrűségfüggvény jellegére következtethetünk. Valamely eloszlástípussal közelítéseket végezzünk és hipotézisvizsgálat alapján elfogadjuk vagy elutasítjuk az állítást. Elfogadás esetén lényeges az alapstatistikai értékek rögzítése: az átlagérték, szórásnégyzet, szórás, átlagérték szórás, variációs tényező, első kezdő momentum, második, harmadik, negyedik centrális momentumok, valamint a ferdeségi és lapultsági együtthatók. Ezen statisztikai jellemzők együttes értelmezése fényt deríthet a paraméterértékek összetartozására, besorolására és egyéb tulajdonságokra.

Entrópia vizsgálatok: A nyersanyagkutatás során fontos meghatározni, adott megfigyelési szinten, egy paraméter *ismertségi fokát*. Ezt a tényleges és a maximális információ hányadosával mérjük:

$$I = \frac{H(x)}{H(x)_{\max}} \cdot 100 (\%).$$

Ehhez ismerni kell az x_i ($i=1...n$) elemi eseményhez tartozó egyedi információt, amelyet

$$I(x_i) = -\log p_i$$

képlettel lehet számítani, ahol a p_i az elemi esemény bekövetkezési valószínűsége.

Egy *diszkrét* sűrűségfüggvény információját vagy *entrópiáját* a következő összefüggés adja:

$$H(x) = -\sum p_i \cdot \log p_i, \text{ ahol } (i=1...n).$$

Egy *folytonos* $f(x)$ sűrűségfüggvény információját vagy *entrópiáját* a következő összefüggés adja:

$$H(x) = -\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \log f(x) dx,$$

amelynek mértékegysége a logaritmus alapjától függ.

A természetes alapú logaritmusban számolt információt „nat”-ban, a kettes alapút „bit”-ben és a tízes alapút „Hartley”-ben mérjük.

Az empirikus átlaggal és szórással szerkesztünk egy normális eloszlású függvényt, mivel azonos szó-

rású paraméterek esetében a normális eloszlásnak a legnagyobb az információtartalma. A függvény értelmezési tartományát a paraméter korlátaihoz igazítjuk és az így kapott függvény információtartalmát tekintjük maximálisnak [FÜST A. 1990]. Ezek alapján megállapítható a paraméterek *ismertségi foka*, azaz adott kutatási terület bizonyos szempontok alapján mennyire megfigyelt, feltárt, vagyis a statisztikánk mennyire jellemző (mintavételezésünk mennyire szerencsés telepítésű).

A *regressziós vizsgálatok* során több paramétert együttesen elemzünk. A paraméterek sztochasztikus kapcsolatait, egymástól való függését, korrelálhatóságát illetve korrelálatlanságát tanulmányozva, analitikus összefüggések felírásával információ-többlet-hoz juthatunk. Az összefüggések szorosságát a korrelációs együtthatókkal mérjük. Szoros összefüggések esetén — ismerve a regresszió hibáját, kockázatát, adott esetben számíthatóvá válnak — vagy megbecsülhetők — a nem mért, vagy nem mérhető paraméterek értékei.

A *variogram* és a belőle származtatott *félvariogram* a *geostatisztika* alapfüggvénye. Matematikailag: adott „ h ” távolságra levő paraméterértékek különbségeinek szórásnégyzeteként értelmezhető [MATHERON G. 1965, BAKSA Cs. et al. 1983, FÜST A. 1990]:

$$D^2 [Z(x) - Z(x+h)] = D^2 [Z(x)] + D^2 [Z(x+h)] - 2\text{cov} [Z(x); Z(x+h)].$$

A minták azonos populációja esetén joggal feltételezhető:

$$D^2 [Z(x)] = D^2 [Z(x+h)]; \text{ és így tovább}$$

$$D^2 [Z(x) - Z(x+h)] = 2 D^2 [Z(x)] - 2\text{cov} [Z(x); Z(x+h)] = 2\gamma(h).$$

$2\gamma(h)$ — a paraméter variogramja;
 $Z(x), Z(x+h)$ — valamely vizsgált paraméter egymástól h távolságban levő értékei.

A $\gamma(h)$ függvényt *félvariogramnak* nevezzük, amely alapján meghatározható a paraméterek hatástávolsága. Ezen belül a minta még hatást gyakorol környezetére, ezen kívül a minták gyakorlatilag függetleneknek tekinthetők. A félvariogram a minta, valamint a telep térfogatától is függ, ezt mindig figyelemmel kell kísérni és számítása a térfogati integrál segítségével történik. A gyakorlatban egy statisztikából — adott mintákból — számított empirikus félvariogramot elméleti félvariogrammal (szférikus, Gauss-féle, hatvány-, szinusz függvény típusú stb.) közelítjük. Ebben az esetben is fontos a félvariogram egyenletének, hatástávolságának, szórásnégyzetének, küszöbszintjének és az elméleti félvariogrammal való közelítésének szorossági mérőszámát feljegyezni, rögzíteni.

A paraméterek változékonysága és hatástávolsága között szoros összefüggés van. Az említett félvariogram számítás az izotróp közege vonatkozik, amikor

a hatásterület a hatástávolság sugarú kör. Anizotróp közeg esetén a hatásterület egy ellipszis lesz, amely bizonyos térbeli irányítottsággal rendelkezik és számítása iránymenti félvariogramok segítségével történik. Értelemszerűen az ellipszis kistengelyének irányában a legváltozékonyabb és a hossz tengelyének irányában a legkevésbé változékony a vizsgált paraméter. Fontos követelmény, hogy a két típusú hatásterületek közel egyenlőek legyenek, de az eltérés ne haladja meg a maximum 20%-ot. Ha a megengedettnél mégis nagyobb az eltérés, vagy valamely irányú félvariogram nem esik az ellipsziszre — és számolási hibát sem követünk el —, akkor le kell mondanunk a hatásterületi ellipszis további használatáról.

A félvariogramok számításának további jelentőségére a becslési eljárások során derül fény, amikor fontos, hogy egymástól milyen távolságra eső pontokat vonunk be a számításba és a krigeles esetén, a krigeles szórás meghatározásánál is felhasználjuk [FÜST A. 1990].

A nyersanyagkutatást, annak stratégiáját és tervezését a paraméter indikációk/prognózisok várható értékének nagyságrendi becslése helyezi tudományos alapra.

Becslési eljárás: Tetszőleges helyen, a várható ásványvagyon mennyiségének meghatározására számos becslési eljárás ismeretes. Egyik ilyen jellegzetesen geostatistikai módszer a *krigeles*. Matematikai statisztikailag tekintve egy bizonyos sajátos mozgó átlag folyamat [MARSAL D. 1987]. Ez lehet pont-, illetve blokkkrigeles, attól függően, hogy pontra vagy tömbre, hasábra végezzük. A módszer az említett D.G. KRIGE délafrikai kutatótól származik és lényege, hogy az ismert paraméterértékek felhasználásával adott helyre értéket becsüljük.

Vagyis $Z^*(x)$ értéke a környező minták $Z(x_i)$ ada-

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^n a_i Z(x_i)$$

egyennel számolható, ahol a_i súlytényezők összege 1 és a becslési szórásnégyzet minimális.

Kockázat számítás: A tudományos kutatások során állításaink, következtetéseink bizonyos kockázatot hordoznak.

A valószínűség számítás alapján, ha adott elemi eseménynek (pl. paraméterértékek) teljes eseményteret alkotnak és ebből ismerjük a számunkra kedvező, illetve kedvezőtlen események bekövetkezési valószínűségét, akkor definiálható egy *objektív kockázati függvény*. A függvény egy értéke az a kockázati tényező, vagy mérőszám, amely az adott paraméterérték bekövetkezéséhez tartozik. Így bármely paraméter elemzése során, a vártnál kisebb vagy nagyobb eredmény bekövetkezési valószínűségének hányadosát kockázati mérőszámnak (K) nevezzük [FÜST A. 1990]. Levezetése, folytonos valószínűségi változó esetén, ha a döntések sűrűségfüggvénye $f(x)$, a döntések minimuma és maximuma x_{\min} valamint x_{\max} akkor:

$$\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} f(x) dx = 1.$$

Ha a döntésünk x_d , akkor a döntés bekövetkezési valószínűsége:

$$P_d = \int_{x_{\min}}^{x_d} f(x) dx.$$

Ha a tényleges eredmény az $(x_{\max} - x_d)$ tartományba esik, akkor *nyereségről* beszélünk, ha pedig $(x_d - x_{\min})$ tartományba, akkor *veszteségről*. A p_d egyben a veszteség valószínűsége is:

$$p_d = p_v.$$

A vártnál nagyobb érték (nyereség) és a veszteség döntési lehetőségek valószínűsége: 1, azaz $p_{ny} = 1 - p_v$.

A *döntési kockázat mérőszáma* a veszteség és a nyereség bekövetkezési valószínűségének hányadosa:

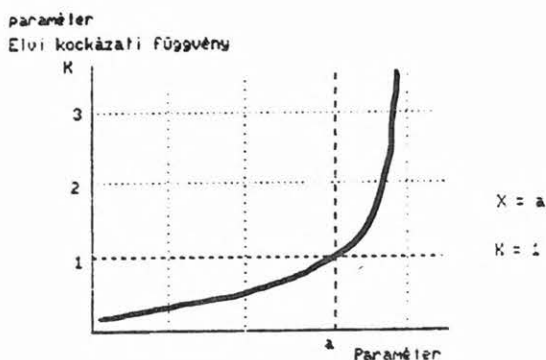
$$K = \frac{p_v}{p_{ny}} = \frac{p_v}{1 - p_v}.$$

Ha $k =$ 0,0 - 0,2 pesszimista,
0,2 - 0,4 óvatos,
0,4 - 0,7 közepesen kockázatos,
0,7 - 1,0 kockázatos,
1,0 - 1,2 erősen kockázatos,
1,2 < túlzottan kockázatos (hazárd)

döntésekről vagy becslésekről beszélünk, megjegyezve, hogy az előbb felsorolt határok önkényesen felvettek, nem a megnevezés, hanem a kockázati tényező mértéke a fontos [1. ábra. FÜST A. 1990].

A paraméterek tanulmányozása során általában a következő földtani kockázati vizsgálatot végzik el:

- átlagértékek kockázata,
- szórások kockázata,
- entrópiák kockázata,
- regressziók kockázata,
- krigeles kockázata,
- tektonikai kockázat,
- számított ásványvagyon kockázata, stb.



1. ábra. Egy paraméter elvi kockázati függvénye
Fig. 1. Theoretical risk function of a parameter

A kutatási terület földtani felépítése:

A kutatási terület a Békési-medence ÉK-i részén található. A mélyfúrások metamorf képződményekből álló medencealjzatot tártak fel. A metamorf sorozat DK-en a pannon képződmények, míg ÉNy-on a miocén képződmények fekszik. Délen mezozoos medencealjzattal is találkozunk.

A furadékminták és magfúrások alapján a metamorf sorozat három részre tagolódik. A legfelső zóna erősen repedezett, zúzott, milonitosodott, amely alatt repedezett kvarcit, amfibolit található. A legmélyebb települési helyzetben minden fúrás gneiszt tárt fel. A kőzetek kora prekambriumra, illetve ópaleozoikumra tehető.

A zúzott zóna kőzetei zöldes-, barnásszürke rétegzetlen metamorf breccsából állnak, kötőanyaga agyagos, illetve homokos. Finom repedések, valamint csúszási felületek azonosíthatók a mintákon.

Az amfibolit sötét szürkészöld, kemény, kaotikus repedéseit pirithintéses karbonátos-kloritos anyag tölti ki. Az ásványi elegyreszek szabad szemmel nem különíthetők el. A kvarcit szürkésfehér, kemény, gyengén csillámos, repedezett, tömött jellegű.

A legmélyebb településű, világosszürke, szálbanálló gneisz helyenként breccsás jellegű. Repedéseit rozsdabarna anyag — többnyire kvarc tölti ki.

A kutatási területünk déli részén a mélyfúrás *mezozoikum*ban állt le. A magminták *jura* korú kőzeteket — világos színű ösmaradványmentes dolomit-breccsát, valamint zöldesszürke, illetve vörösesbarna karbonátos heterogén breccsát — tartalmaznak. Az említett kőzetek feltehetően szálbanálló összletből származnak. *Kréta* korú képződményeket a fúrások nem harántoltak, de a miocén törmeléken kőzetek tartalmaznak kréta korú üledékes kőzetdarabokat. Ez arra utal, hogy a területünk tágabb szomszédságában előfordulnak az említett korú kőzetek is [OKGT.NKV 1988].

Miocén képződményeket harántolt a kutatási területünk két fúrása. A harántolt törmeléken *összlet badeni* emeletbe sorolható. Cikluskezdő alapbreccsa, illetve alapkonglomerátum, sekélytengeri, törmeléken üledékek, piroklasztikumok építik fel. Gyengén karbonátos kötőanyagú tufatörmelékek, alsókréta, valamint metamorf kőzetdarabok is előfordultak a magvizsgálatok során.

A terület legelterjedtebb képződményei a *pannóniai* emelet kőzetei. Az *alsópannóniai* emelet kezdeti szakaszairól ismereteink meglehetősen hiányosak, mindössze öt fúrás harántolta teljesen. Így vastagságviszonyai szeizmikus adatok alapján ismertek [OKGT.NKV 1988].

Pannon fekvő elért fúrások alapján állítható, hogy a területen nem fejlődött ki a Békési formáció. További litosztratigráfiai egységeket azonban már találunk, így előfordulnak a Tótkomlósi, Nagykőrűi, Szolnoki, Algyői, Törteli, Zagyvai, Nagyalföldi formációk [OKGT.NKV 1988].

Tektonikai viszonyok: A terület legjellegzetesebb tektonikai eleme az aljzati maximum felett kialakult fiatal vetőrendszer. A vető síkja ívelt, az egész medenceüledéket érinti; az alaphegységtől a felszínig terjed. A tágabb környezet üledékeit átható fiatal vetőrendszer alapján a terület egy balos oldaleltolódási

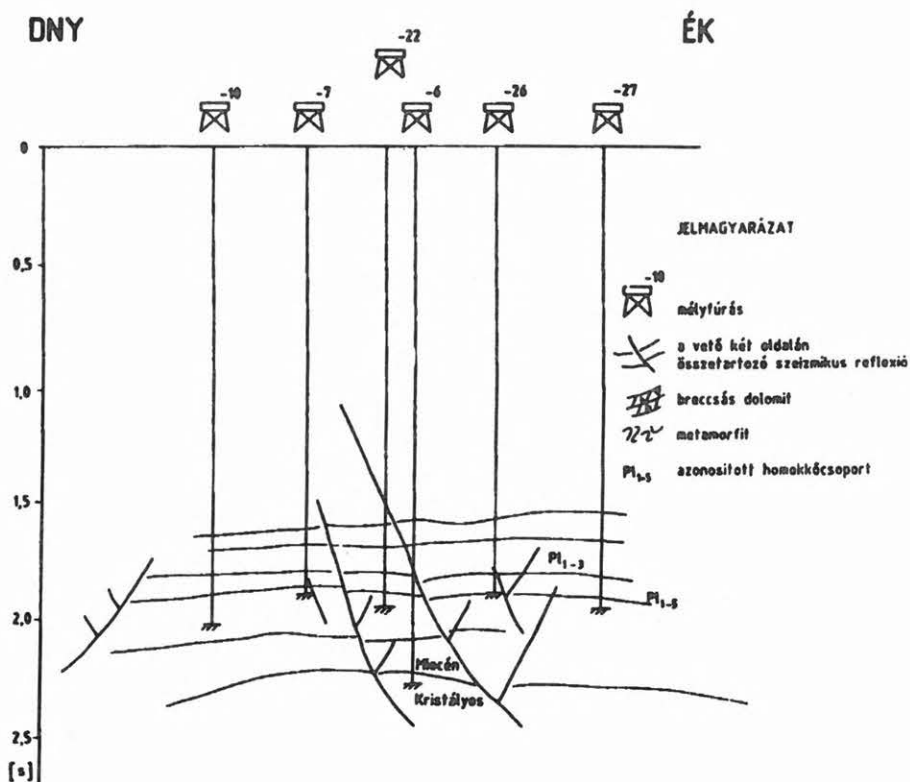
vetőzónába esik. Az Alföld tektonikáját uraló balos oldaleltolódások a vetőrendszer fő szerkezeti vonalával oldalirányban szöget bezáró másodlagos vetőrendszerekben oldódnak fel. Ilyenek a szarvasi, a martfű-öcsödi, mezőtúri, dévaványai, körösladányi, szeghalmi vetőrendszerek [GKV 1991]. A süllyedékeket a gerincektől normál vetők választják el, amelyek részei lehetnek egy makro virágszerkezetnek. Ezen szerkezeti elemek láthatók a hosszanti illetve kereszt irányú szeizmikus időszelvények mentén készült, szerkezetföldtani metszeteken (2. és 3. ábra). A meredek leszakadású DK-i szárny neogén vetőrendszere egy negatív virágszerkezet képét mutatja, erős liztrikus „growth-fault” jelleggel. Az aljzati és neogén vetőrendszereknek meghatározó szerepük van a szénhidrogén migrációban és csapadózásban.

Szénhidrogénföldtani viszonyok: A kutatási területen iparilag hasznosítható CH telepek elsősorban pannóniai prodelta, deltalejtő és deltafront fáciesben lerakódott homokkőekben csapadózottak [MAT-TICK R. et al. 1987, GKV 1991]. A földgáztelepek sztratigráfiai helyzetétől, csapadátípusától, tárolóparamétereitől, telepek nagyságától stb. meghatározottan a Szolnoki formáció felső részében és az Algyői formációban találhatók, amint azt az általános rétegoszlop is mutatja (4. ábra). A felsőpannóniai emelet Zagyvai formáció néhány homokkő szintén CH-t tárol [OKGT.NKV 1988]. A tágabb térség homokkőcsoportosítását rezervoárgéológiai szempontok alapján alkalmazva, hat alsópannon homokkőcsoportot azonosítottak (Pl₁-1,-2,-3,-4,-5,-6). A Pl₁-1,-2 homokkő az Algyői formációba, a Pl₁-3,-4,-5,-6 homokkő a Szolnoki formációba tartoznak [OKGT.NKV 1988]. Egy-egy csoporton belül egyes homokkőrétegeket is elkülönítettek, például Pl₁-3/2 jelöléssel. Először ezek a rétegek képezik a geostatistikai vizsgálatom tárgyát, azután egy összesített, minden telepet magába foglaló, telepes összlet készletszámítási paramétereit vizsgáltam meg.

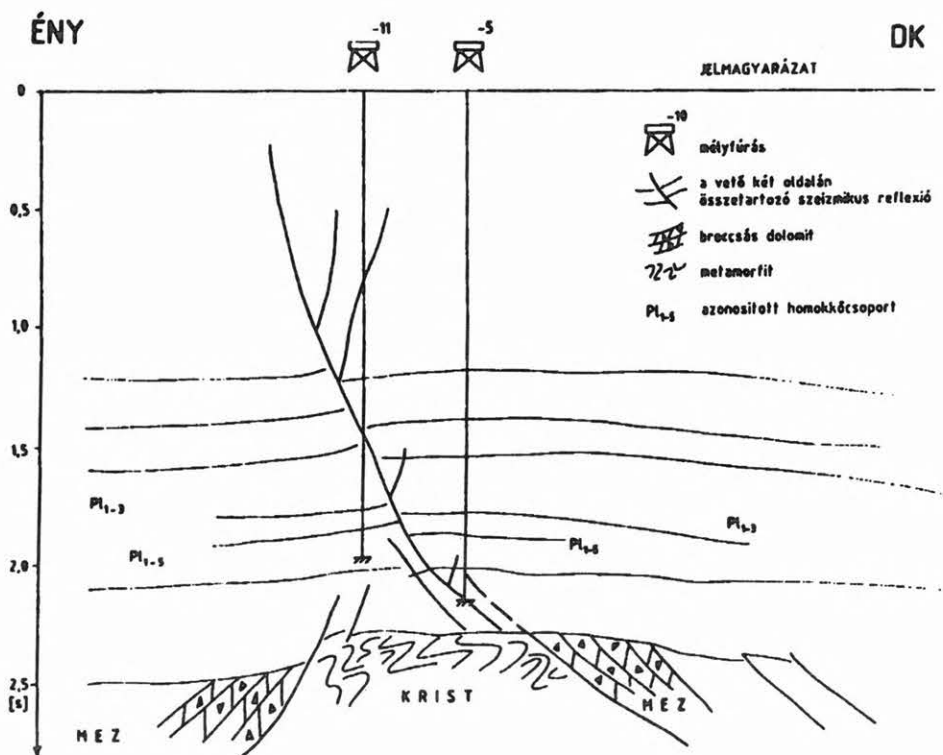
Eloszlásvizsgálatok

Mint már említettem, bármely paraméter eloszlásáról, mint valószínűségi változóról akkor kapunk képet, ha a paraméterek diszkrét adataiból, megfelelő hisztogramok segítségével, tapasztalati sűrűségfüggvényt szerkesztünk. Ilyen hisztogramok segítségével a feltételezett eloszlást valamely eloszlásméleti eloszlással közelítem és hipotézis vizsgálat alapján elfogadom vagy elutasítom az állítást. Elfogadás esetén minden ábrán feltüntettem az említett alapstatistikai értékeket. A vizsgálatok részleteit mellőzve, csak a következtetéseket sorolom fel:

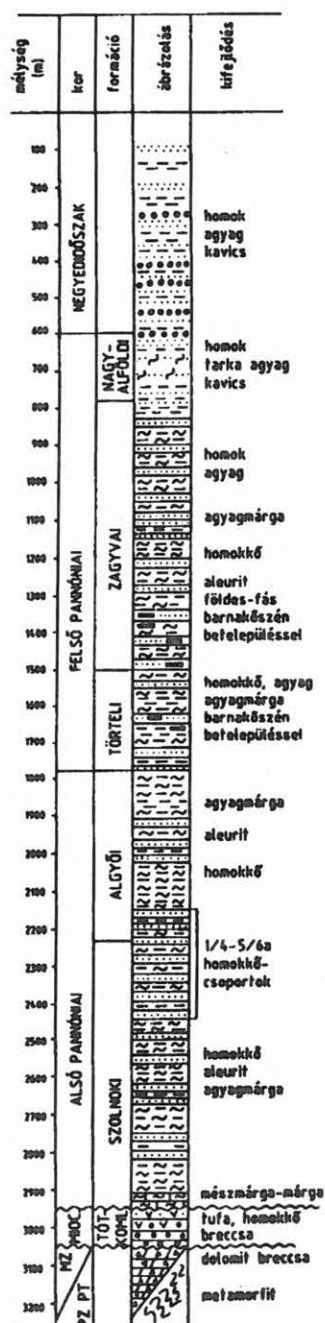
- némely homokkőcsoport néhány fúrásában harántolt homokkő vastagságok besorolása nem megfelelő, további elemzésük az alacsony mintaszám miatt nem lehetséges;
- az Algyői formáció képződményeire igazolódik az állítás, mely szerint az üledékes medencék mélyebb helyzetű összleteinek sűrűségfüggvényei nagyobb aszimmetriát mutatnak (pl. lefelé haladva az eloszlás normálisból lognormálisba megy át — 5., 6., 7. ábrák);



2. ábra. A terület egy hosszanti szeizmikus időszelvény menti szerkezetföldtani metszete
Fig. 2. A longitudinal geo-structural profile along a seismic line of the area

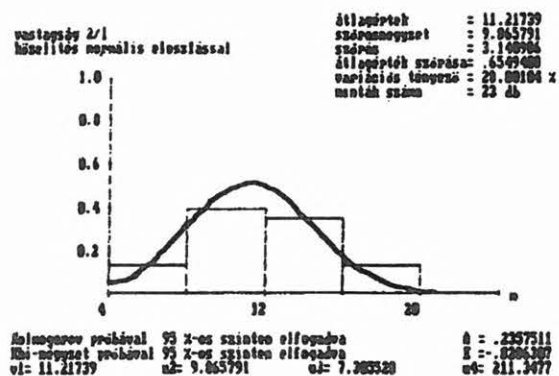


3. ábra. A terület egy haránt szeizmikus időszelvény menti szerkezetföldtani metszete
Fig. 3. A transversal geo-structural profile along a seismic line of the area

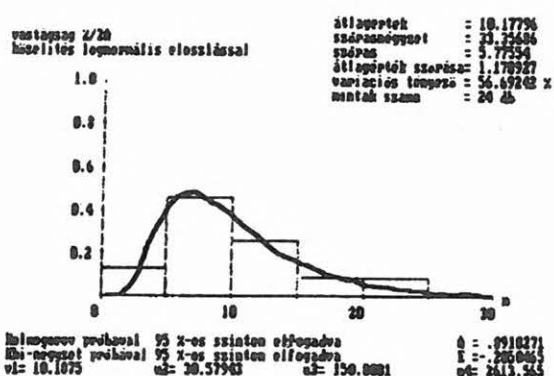


4. ábra. A terület általános földtani rétegoszlása
Fig. 4. A common geological strata column of the area

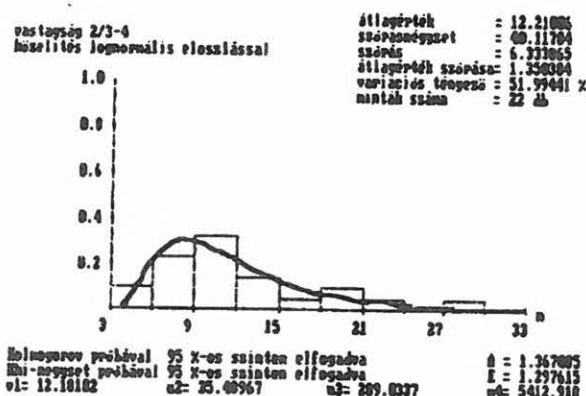
- feltűnő, hogy a 4A és 3/4 illetve 4B és 4/2 homokkőcsoportok páronként közeli statisztikai jellemzőkkel rendelkeznek, de eltérő eloszlás típusúval közelíthetők (8., 9., 10., 11. ábrák);
- 5-ös csoporton belül lognormális, valamint tükrözött lognormális eloszlástípusok a delta lejtő illetve mélyvízi fácies homokkő kifejlődései közötti különbséget jelentik (12., 13., 14., 15., 16., 17. ábrák);
- 6-os csoport széteső histogramot mutat — a kevés mintaszám miatt;



5. ábra. A Pl₁-2/1-es homokkőcsoportjának histogramja normális eloszlással közelítve
Fig. 5. Histogram of Pl₁-2/1 sand stone group approached by normal distribution

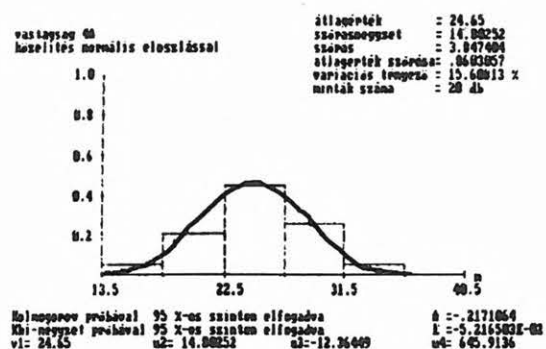


6. ábra. A Pl₁-2/2A-es homokkőcsoportjának histogramja lognormális eloszlással közelítve
Fig. 6. Histogram of Pl₁-2/2A sand stone group approached by lognormal distribution

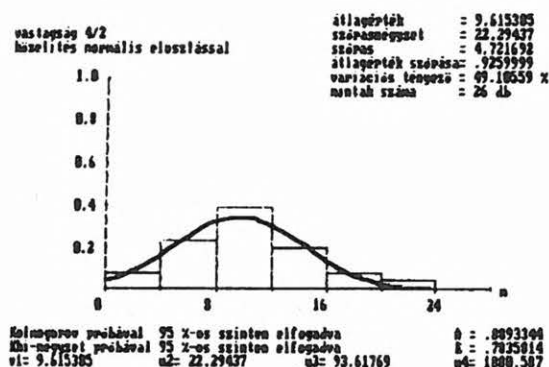


7. ábra. A Pl₁-2/3-4-es homokkőcsoportjának histogramja lognormális eloszlással közelítve
Fig. 7. Histogram of Pl₁-2/3-4 sand stone group approached by lognormal distribution

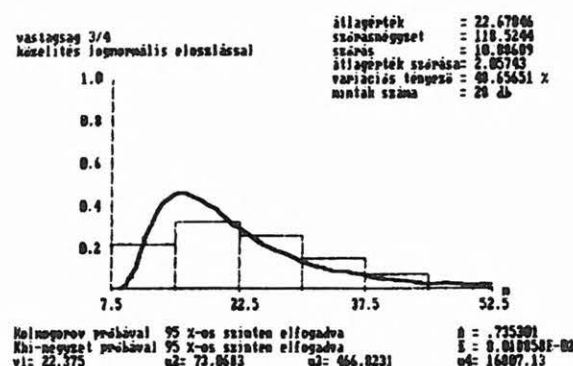
- a telepes összlet vastagságára és effektív vastagságára végzett eloszlás vizsgálatok expo-



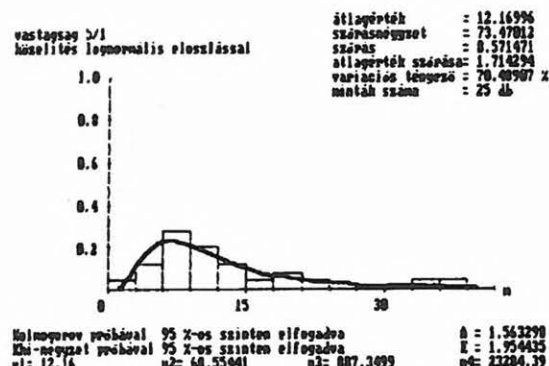
8. ábra. A Pl₁-4A homokkőcsoport histogramjának közelítése normális eloszlással
Fig. 8. Histogram of Pl₁-4A sand stone group approached by normal distribution



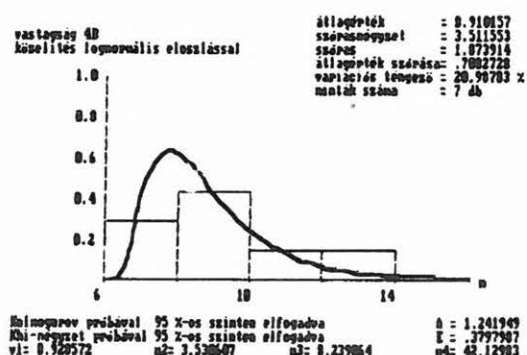
11. ábra. A Pl₁-4/2 homokkőcsoport histogramjának közelítése normális eloszlással
Fig. 11. Histogram of Pl₁-4/2 sand stone group approached by normal distribution



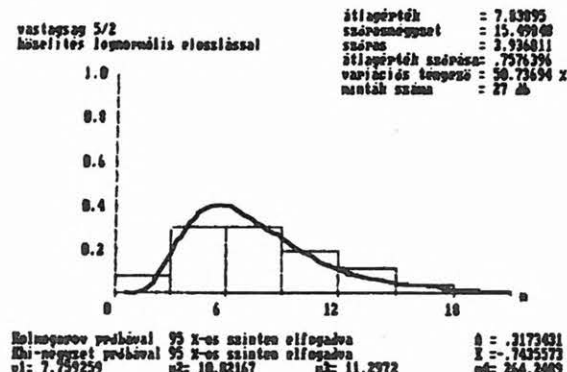
9. ábra. A Pl₁-3/4-es homokkőcsoportjának histogramja lognormális eloszlással közelítve
Fig. 9. The Pl₁-3/4 sand stone group's histogram approached with lognormal distribution



12. ábra. A Pl₁-5/1 homokkőcsoport histogramjának közelítése lognormális eloszlással
Fig. 12. Histogram of Pl₁-5/1 sand stone group approached by lognormal distribution



10. ábra. A Pl₁-4B homokkőcsoport histogramjának erős exponencialitása lognormális közelítéssel
Fig. 10. Histogram of Pl₁-4B sand stone group with a high exponentiality, and approached by lognormal distribution



13. ábra. A Pl₁-5/2 homokkőcsoport histogramjának közelítése lognormális eloszlással
Fig. 13. Histogram of Pl₁-5/2 sand stone group approached by lognormal distribution

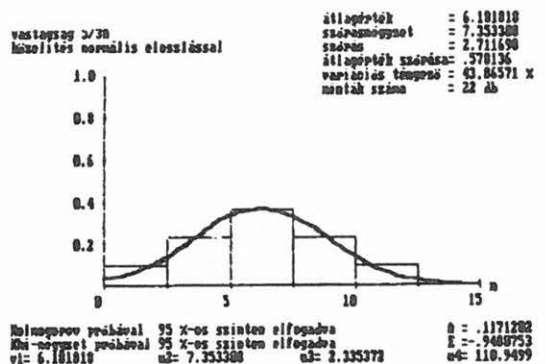
nenciális eloszlással közelíthető histogrammot adtak (18., 19. ábrák);
— az effektív porozitás és az effektív víztelítettség histogramjai normális eloszlást mutatnak (20., 21. ábrák);

— az effektív izovol származtatott mennyiség, egy exponenciális és két normális eloszlású paraméter szorzata, elvárásnak megfelelően lognormális eloszlású (22. ábra);

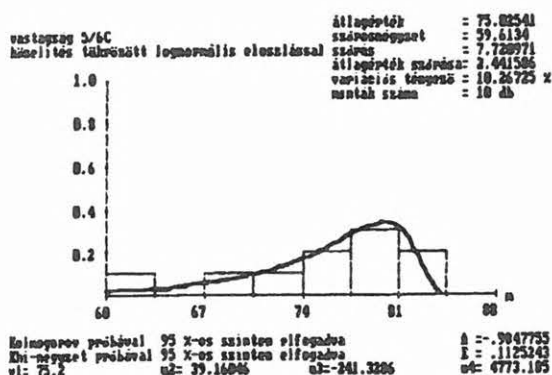
— az összetett többnyire egy populációjú eloszlást mutat, míg a telepese összetett leg-
alább négy populációjú és ennek magyarázata az erősen tektonizált aljzat hatása, amelyet a magasabb szintekben eltompít az üledékfel-
töltődés (23., 24. ábrák);

Entrópia vizsgálatok

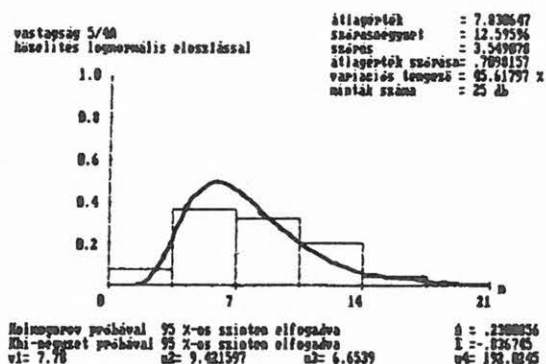
Az említett módon vizsgálva a paraméterek is-
mertségi fokát, itt is az eredmények összefoglalását
említem:



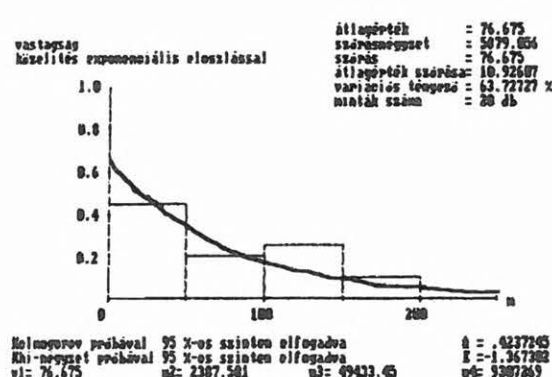
14. ábra. A P₁-5/3A homokkőcsoport histogramjának közelítése normális eloszlással
Fig. 14. Histogram of P₁-5/3A sand stone group approached by normal distribution



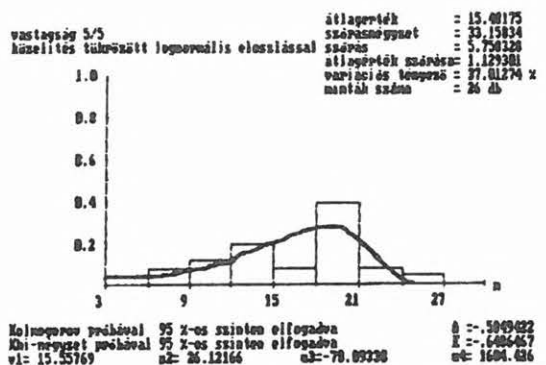
17. ábra. A P₁-5/6C homokkőcsoportjának histogramja tükrözött lognormális közelítéssel
Fig. 17. Histogram of P₁-5/6C sand stone group approached by symmetric lognormal distribution



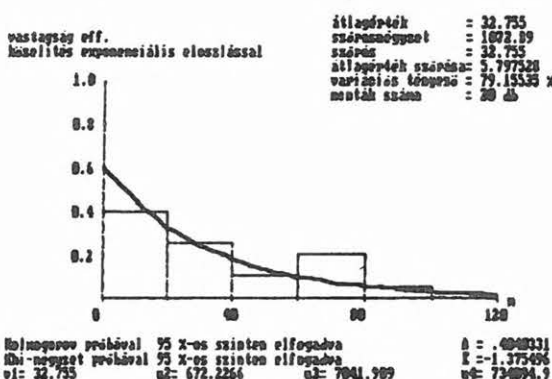
15. ábra. A P₁-5/4A homokkőcsoportjának histogramja lognormális közelítéssel
Fig. 15. Histogram of P₁-5/4A sand stone group approached by lognormal distribution



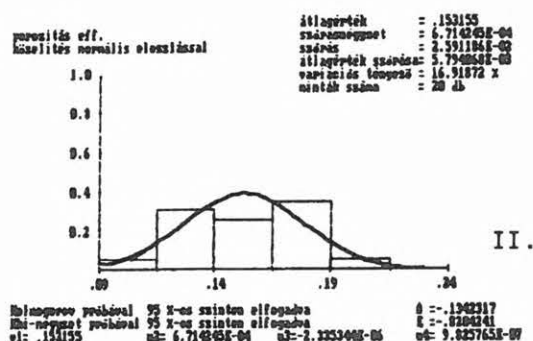
18. ábra. Az összevont telepek vastagság histogramjának exponenciális közelítése
Fig. 18. Thickness histogram of multi-horizonal strata complex approached by exponential distribution



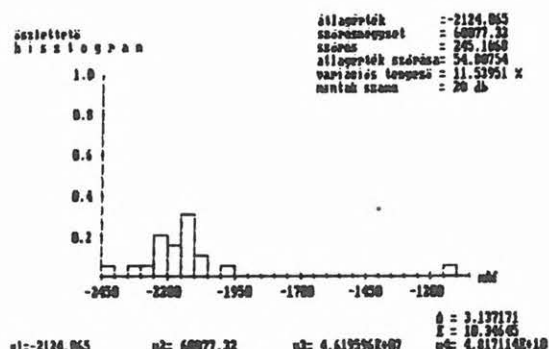
16. ábra. A P₁-5/5 homokkőcsoportjának histogramja tükrözött lognormális közelítéssel
Fig. 16. Histogram of P₁-5/5 sand stone group approached by symmetric lognormal distribution



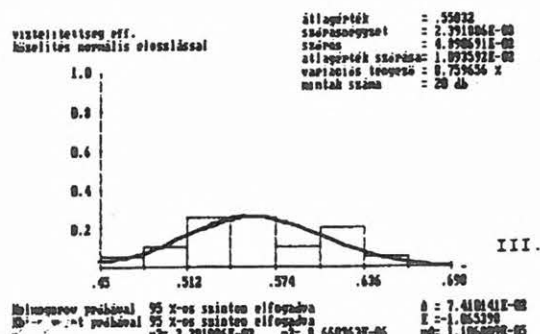
19. ábra. Az összevont telepek effektív vastagság histogramjának exponenciális közelítése
Fig. 19. Effective thickness histogram of multi-horizonal strata complex approached by exponential distribution



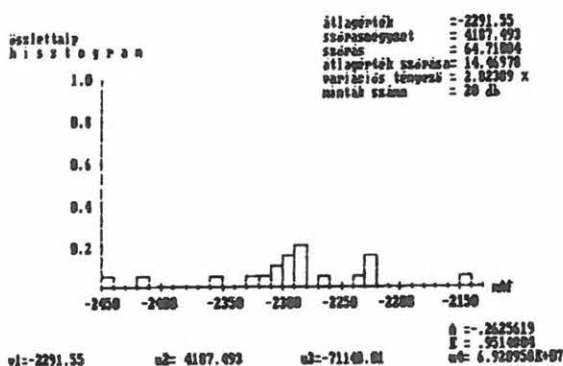
20. ábra. Az összevont telepek effektív porozitás hisztogramjának normalis közelítése
 Fig. 20. Effective porosity histogram multihorizonal strata complex approached by normal distribution



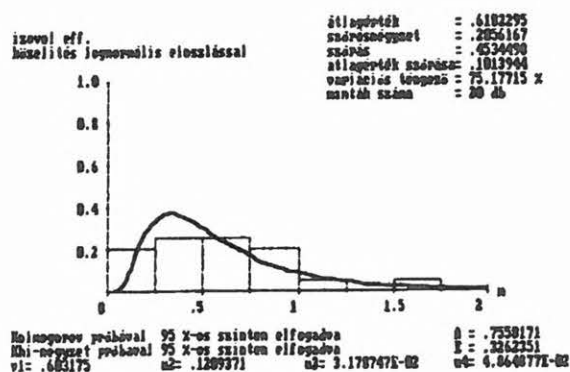
23. ábra. Az összevont telepek összetett hisztogramja
 Fig. 23. Top histogram of multihorizonal strata complex



21. ábra. Az összevont telepek effektív víztelítettség hisztogramjának normalis közelítése
 Fig. 21. Effective water saturation of multihorizonal strata complex histogram approached by normal distribution



24. ábra. Az összevont telepek összetett hisztogramja
 Fig. 24. Bottom histogram of multihorizonal strata complex



22. ábra. Az összevont telepek effektív izovol hisztogramjának lognormalis közelítése
 Fig. 22. Effective isovol histogram of multihorizonal strata complex approached by lognormal distribution

- megállapítható, hogy az adott területen eddig mélyült fúrások adatai alapján az Algyői formáció homokkőcsoportjai eléggé feltártak ($H \rightarrow 100\%$);

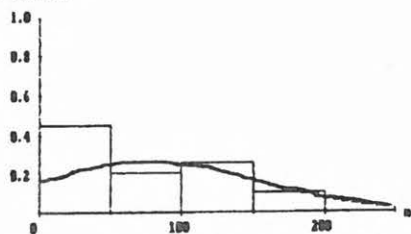
- a Szolnoki formáció 4A, 4/2 homokkőcsoportjai a legmagasabb feltártsággal rendelkeznek és gyakorlatilag feltáratlanok a 3/3, 3/4, 5/5 homokkőcsoportok, a többi csoportok kevésbé feltártak ($H < 90\%$);
- vastagság-, porozitás-, víztelítettség-effektív és az előbbiekből származtatott effektív izovol ismertségi foka 92–94% körüli, azaz a fúrások telepítése szerencsés volt és a származtatással a paraméterek ismertségi foka emelkedett.

Ez utóbbit a vastagság és effektív vastagság példáján keresztül mutatom be. A származtatás $H=87,2\%$ -ról $H=94,52\%$ -ra növelte az ismertségi fokot, azaz $I=1,258$ nat-ról $I=1,4150$ nat-ra emelkedett az információtartalom. Ezenkívül figyelemre méltó a maximális információtartalom növekedése is $I=1,4428$ nat-ról $I=1,5000$ nat-ra (25., 26. ábrák), erre még visszatérek az entrópia kockázatánál.

Regressziós vizsgálatok

Értelemszerűen az összevont telepek adataira végeztem regressziós vizsgálatot, mivel ez tartalmaz több paramétert. Az öt paraméterre végzett reg-

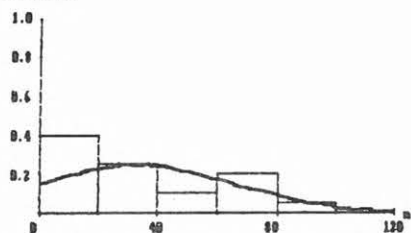
vastagság
Entropia vizsgálat



Tételes információtartalom : $I = 1.2500$ nat: 1.8150 bit: 0.5464 Hartley
Maximális információtartalom : $I_m = 1.4429$ nat: 2.0815 bit: 0.6266 Hartley
Ismerlési fok : $H = 87.20\%$

25. ábra. A telepes összlet vastagságának entrópia vizsgálata
Fig. 25. Entropy analysis of thickness of multihorizontal strata complex

vastagság eff.
Entropia vizsgálat



Tételes információtartalom : $I = 1.4150$ nat: 2.0414 bit: 0.6145 Hartley
Maximális információtartalom : $I_m = 1.9770$ nat: 2.1597 bit: 0.6501 Hartley
Ismerlési fok : $H = 94.52\%$

26. ábra. A telepes összlet effektív vastagságának entrópia vizsgálata
Fig. 26. Entropy analysis of effective thickness of multihorizontal strata complex

ressziós számítások alapján korrelálatlannak bizonyultak a következő paraméter kapcsolatok:

- effektív vastagság — effektív porozitás,
- effektív vastagság — effektív víztelítettség,
- effektív porozitás — effektív izovol,
- effektív víztelítettség — effektív izovol.

A továbbiakban csupán a korrelálhatóságot feltételezett paraméter kapcsolatokat tárgyalom.

Az effektív porozitás és effektív víztelítettség paraméterek között a regressziós vizsgálatok lineáris közelítéssel negatív iránytangensű korrelációt mutatnak ($K=0,8$ -as korrelációs együtthatóval). Ez látható a következő ábra gyakorisági térisztogramján az oszlopok átló menti csoportosulásában (27. ábra). Ennek jelentőségére később a paraméter becsléseknél visszatérek.

Félvariogram vizsgálatok

A félvariogram vizsgálatot először a telepes összlet tető- és talpadataira végeztem el. Irányfüggetlen és iránymenti félvariogramokat számítottam.

Az összlettető irányfüggetlen félvariogrammal számított kör területe nagyságrenddel kisebb a hatásterületi ellipszis területénél és az iránymenti félvariogramok sem esnek az ellipszisre. Így tovább ez utóbbi nem használható.

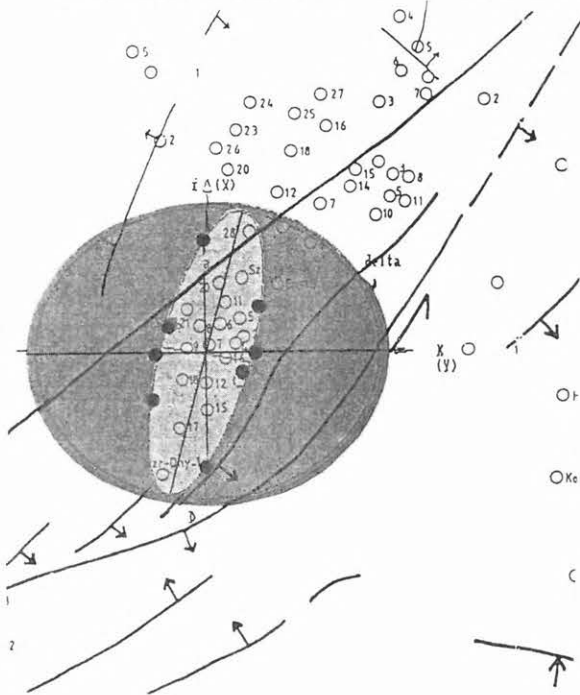
Az összlettalp iránymenti félvariogramok kiszámításával meghatároztam az összlettalp hatásterületi ellipszisést és minden egyes félvariogram hatástávolsága az ellipszisre esik. Összevetve a hatásterületi ellipszis tengelyirányítottságát a terület tektonikai térképével, egyezés észlelhető az oldaleltolódások tektonikára jellemző másodlagos — Riedel — töréseinek főirányával (28. ábra).

További félvariogram vizsgálatokat a két vastagság paraméterre végeztem, amely esetében a hatástávolságok lényegesen nem változtak a származtatással, a félvariogram küszöbszintje negyedére csökkent (29. ábra).

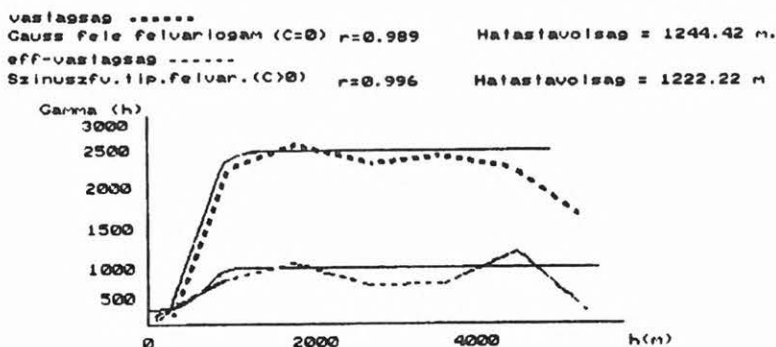
A hatásterületi ellipsziseket vizsgálva, megállapítható, hogy a származtatással NY-i irányba fordult el az ellipszis. Így került az ellipszis kistengelye párhuzamos irányba az üledékbehordási főiránnyal (30. ábra). Ennek geológiai magyarázata a következő:



27. ábra. A telepes összlet effektív víztelítettség és effektív porozitás eloszlásának térisztogramja
Fig. 27. Spatial histogram of effective porosity and effective water saturation distribution for multihorizontal strata



28. ábra. Az összlettalp hatásterület ellipszisének helyzete a tektonikai térképen
Fig. 28. Position of a range ellipse on the multihorizontal strata complex bottom range ellipse as shown on the tectonic map of the area



29. ábra. A telepes összlet vastagság és effektív vastagság félvariogramjai
 Fig. 29. Semivariograms of thickness and effective thickness of multihorizontal strata complex

A GKV és USGS szakemberei által a Békési medencében végzett közös kutatási program egyik eredménye az említett medence feltöltődési modellje [31. ábra — MATTICK R. et al. 1987].

Az ábra a szeizmikus mérések kiértékelése alapján azonosított progradációs deltákat mutatja. Látható, hogy a kutatási területen a 3NW jeű delta rendszer fejlődött ki, amelynek üledékbehordása ÉNy-i irányból történt.

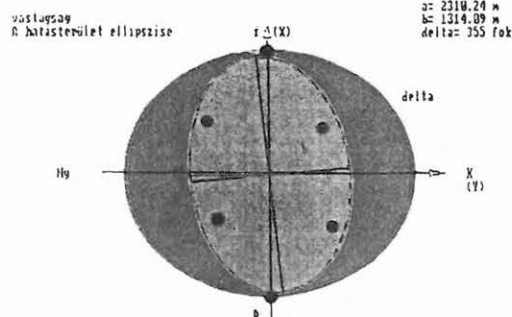
A következő ábrán ezt a progradáló delta front kiépülést láthatjuk, időmelység értékek, valamint üledékbehordási csatornák feltüntetésével (32. ábra).

Összevetve az effektív vastagság hatásterületi ellipszisét az előbb bemutatott 3NW delta progradációs térképpel, szembevetve az egyezés a homokkőtestek térbeli kifejlődésével (33. ábra).

Sajnálatos, hogy az irányfüggetlen félvariogramból számított kör területe több mint 20%-kal kisebb a hatásterület ellipszisénél, ennek ellenére az ellipszis tengelyirányítottága felhasználható. Látható, hogy az üledékbehordással párhuzamosan az effektív vastagság változókéonyabb, mint az erre merőleges irányban.

Folytattam a vizsgálatot az effektív porozitás félvariogram számításával. A félvariogram hatástávolsága megegyezik az effektív vastagság hatástávolságával (34. ábra).

Az effektív vízelvezettségnek kétszer nagyobb a hatástávolsága, mint bármely eddigi paraméternek, hasonlóan az effektív izovolhoz. A hatásterületi ellipsziseket vizsgálva magas fokú paraméter izotrópiát tapasztaltam (35., 36. ábrák).



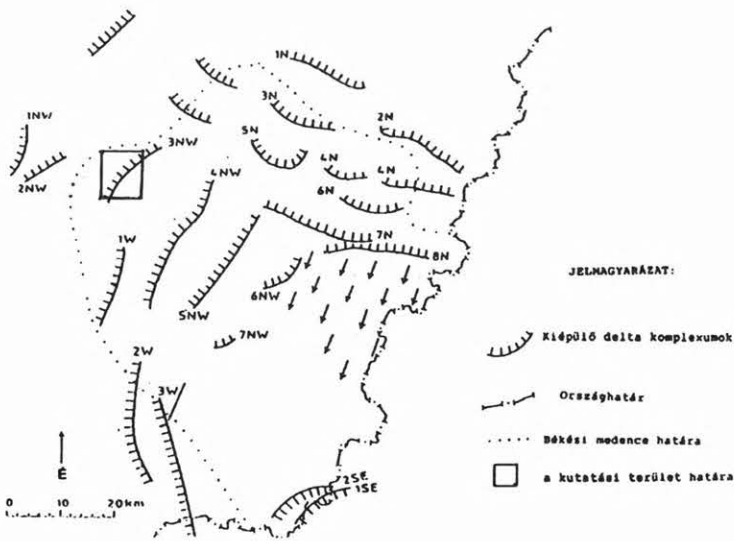
Kockázat vizsgálatok

A bevezetésben definiált döntések kockázati számának fogalmát és számítását alkalmaztam. Ennek keretén belül az ismert paraméterek következő földtani kockázati vizsgálatát végeztem el:

- átlagértékek kockázata,
- szórások kockázata,
- entrópiák kockázata,
- regressziók kockázata.

Az átlagérték kockázatának számítását az egyes homokkő vastagságok kockázatával kezdtem. Általánosan megállapítható, hogy az átlagértéknél nagyobb vastagsági értékek használata erősen kockázatos vagy már *hazárd* állítás. Példaként említem a P11-4/2 jó feltártságú ($H=99\%$) homokkőcsoport kockázat elemzését: a vastagság átlag értéke 9,62 m, amely érték $K=1$, azaz kockázatos állítás. Ha csupán 7 cm-rel nagyobb értéket veszünk, akkor már a *hazárd* tartományába lépünk ($K>1,2$) és ha ugyanennyivel kevesebbet, akkor állításunk még csak közepesen kockázatos. Állításunk kockázata minimálisra csökken, ha csak 9 m-es vastagsággal számolunk, ugyanis akkor $K=0,4$ és így ezzel a kockázati tényezővel óvatos becslést végzünk (37. ábra).

30. ábra. A telepes összlet vastagság és effektív vastagság hatásterület ellipszise
 Fig. 30. Range ellipse of multihorizontal strata complex thickness and effective thickness

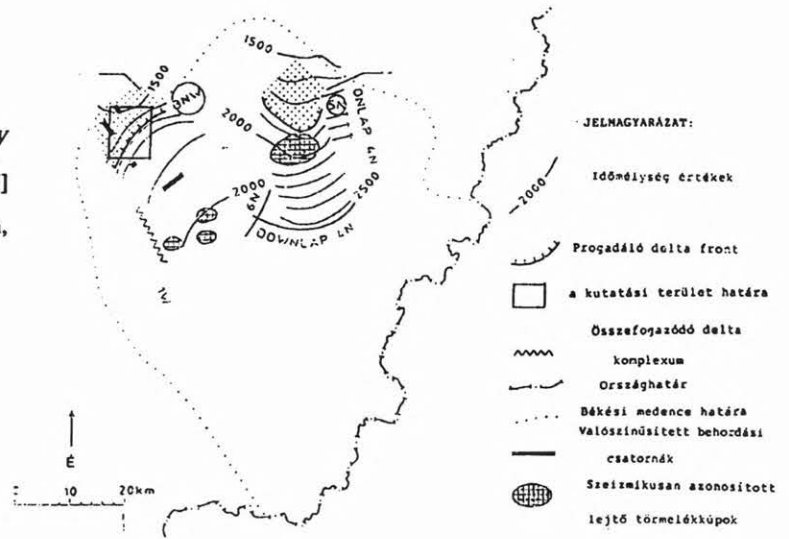


31. ábra. A kutatási terület helyzete a Békési medence feltöltődési modell térképén [MATTICK R. et al. 1987]

Fig. 31. The position of the area on the map about Békés basin upfilling modell [MATTICK R. et al. 1987]

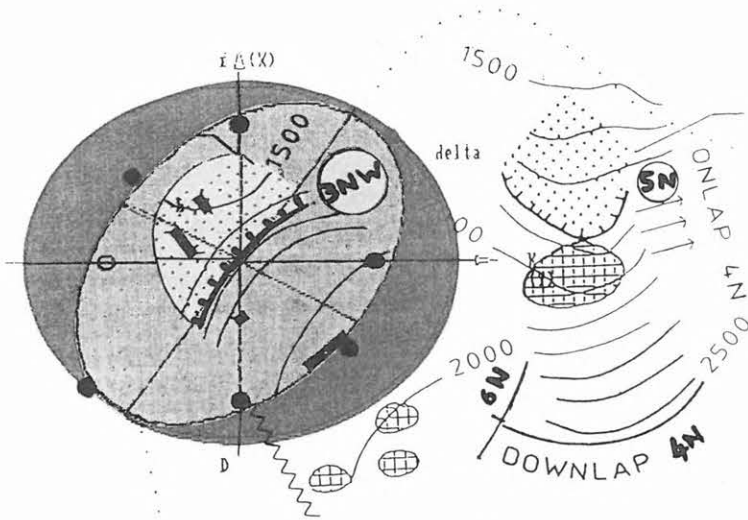
32. ábra. A kutatási területen kiépülő 3NW delta rendszer a medence feltöltődés egy adott pillanatában [MATTICK R. et al. 1987]

Fig. 32. The developing 3NW delta system, an upfilling stage of the Békés basin [MATTICK R. et al. 1987]



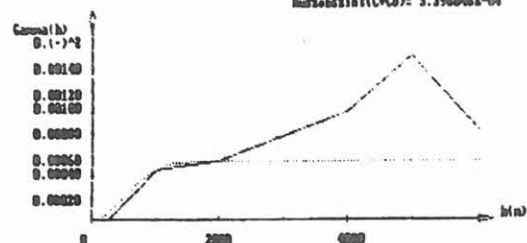
33. ábra. A területen kiépülő 3NW delta és az effektív vastagság hatásterület ellipszis egymáshoz viszonyított helyzete

Fig. 33. Spatial configuration of range ellipse of effective thickness between the developing 3NW system



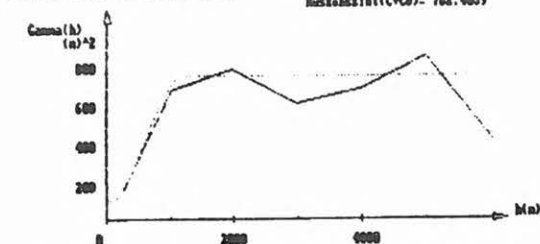
porozitás eff.
Const-féle félvariogram (Co=D)

$C_{\text{max}}(h) = C(1 - \exp(-h^2/a^2))$
Hátlagteljesítés (a): 1222.82 m
Szórásnégyzet = 6.71625E-04
Minimálisérték (Co): 3.350046E-04



C: 3.350046E-04
A lapasztalati félvariogram Natheren-féle

$C_{\text{max}}(h) = C/2(1 + \sin(P(h-a/2)/a)) + C_0$
Hátlagteljesítés (a): 1222.82 m
Szórásnégyzet = 672.2266
Minimálisérték (Co): 702.0039

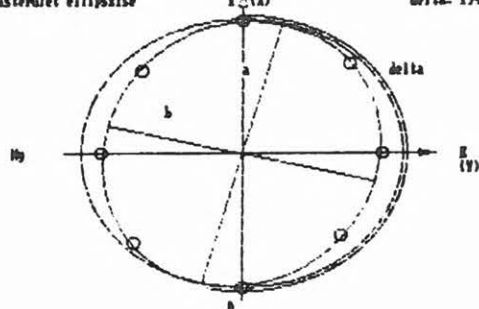


C: 692.2927 Co: 90.1112
A lapasztalati félvariogram Natheren-féle

34. ábra. A telepes összlet effektív porozitásának és effektív vastagságának félvariogram összehasonlítása
Fig. 34. The effective-porosity semivariogram compared to the effective thickness

víztelítettség eff.
A hatásterület ellipszise

a: 1062.15 m
b: 1506.89 m
delta: 194 fok



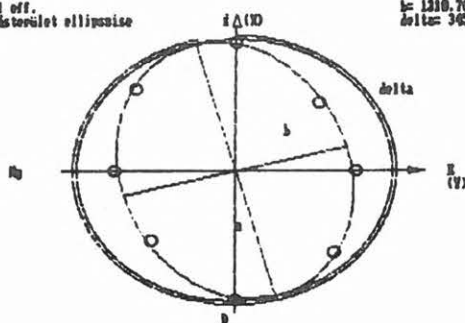
35. ábra. A telepes összlet effektív víztelítettségének hatásterület ellipszise
Fig. 35. Range ellipse of effective water saturation of multihorizontal strata complex

nyezőt jelent, becslésünk óvatos, míg ugyanennyivel nagyobb vastagságérték tízszeresen növeli a kockázati tényezőt ($K=2,65$).

Az effektív vastagság készletszámítási szempontból kedvezőbb tulajdonságú a vastagságnál. A kockázati számítások kimutatták, hogy az átlagnál 0,25 m-rel nagyobb érték esetében erősen kockáza-

izovol eff.
A hatásterület ellipszise

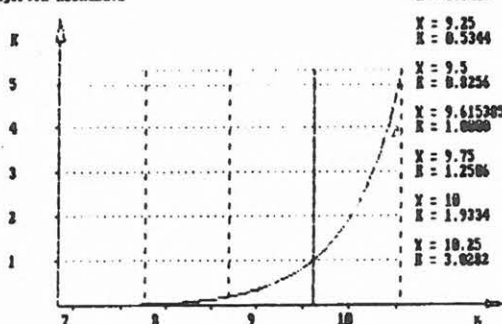
a: 1004.06 m
b: 1210.76 m
delta: 365 fok



36. ábra. A telepes összlet effektív izovoljának hatásterület ellipszise
Fig. 36. Range ellipse of effective isovol of multihorizontal strata complex

vastagság 4/2
Átlagérték kockázata

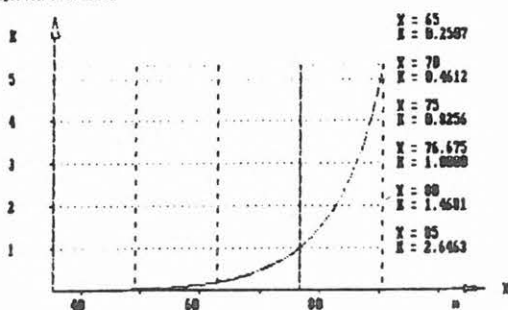
X = 9
R = 0.3416
X = 9.25
R = 0.5344
X = 9.5
R = 0.8256
X = 9.615305
R = 1.0000
X = 9.75
R = 1.2506
X = 10
R = 1.9334
X = 10.25
R = 3.0282



37. ábra. A P1-4/2-es homokkőcsoport vastagság átlagérték kockázata
Fig. 37. Thickness average value risk of P1-4/2 sand stone group

vastagság
Átlagérték kockázata

X = 60
R = 0.1300
X = 65
R = 0.2507
X = 70
R = 0.4612
X = 75
R = 0.8256
X = 76.675
R = 1.0000
X = 80
R = 1.4601
X = 85
R = 2.6463



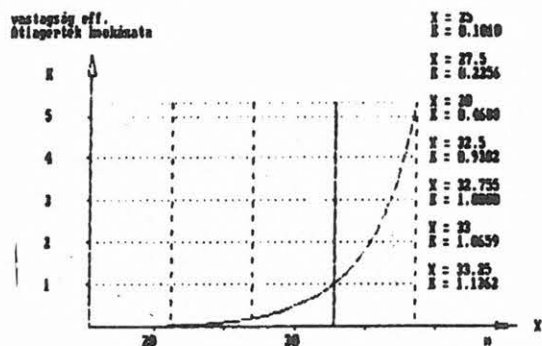
38. ábra. A telepes összlet vastagság átlagértékének kockázata
Fig. 38. Thickness average value risk of multihorizontal strata complex

Hasonlóan, ugyanez érvényes bármelyik tanulmányozott homokkőcsoportra a megfelelő értékek figyelembevételével és alapvető fontosságú az illető homokkőtest CH készletének meghatározásakor.

Tanulságos eredménnyel szolgált a telepes összlet vastagság átlagértékének kockázati számítása (38. ábra). Megmutatta, hogy 76,67 m-nél csupán 1,5 m-rel nagyobb vastagság már hazárdírozás és ugyanennyivel kisebb érték esetén pedig csak közepesen kockázatos az állításunk. A 10 m-rel kisebb vastagság figyelembevétele $K=25\%$ kockázati té-

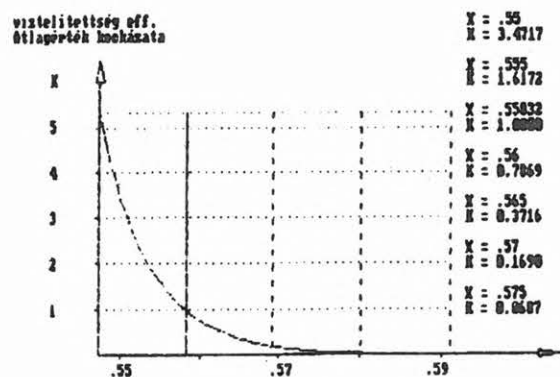
tos a becslés (39. ábra), de a 0,5 m-rel több sem hazardírozás. Az állítás kockázata minimális, ha az átlagnál 3 m-rel kisebb értékkel számolunk.

Megállapítható, hogy a származtatott paraméter használata jelentősen csökkenti az állítások kockázati tényezőjét, szemben a „nyers” paraméter által hozott kockázattal.



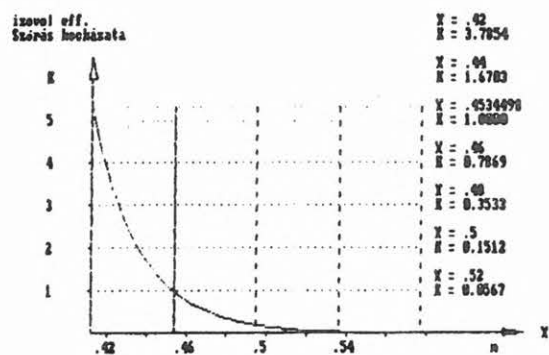
39. ábra. A telespes öszlet effektív vastagság átlagértékének kockázata

Fig. 39. Effective thickness average value risk of multihorizontal strata complex



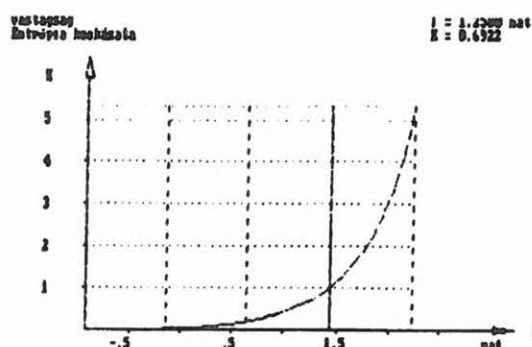
40. ábra. A telespes öszlet effektív víztelítettség átlagértékének kockázata

Fig. 40. The effective water saturation average value risk of multihorizontal strata complex



41. ábra. A telespes öszlet effektív izovol szórásának kockázata

Fig. 41. Effective izovol dispersion/standard deviation risk of the multihorizontal strata complex



42. ábra. A telespes öszlet vastagság entrópiájának kockázata

Fig. 42. Thickness entropy risk of multihorizontal strata complex

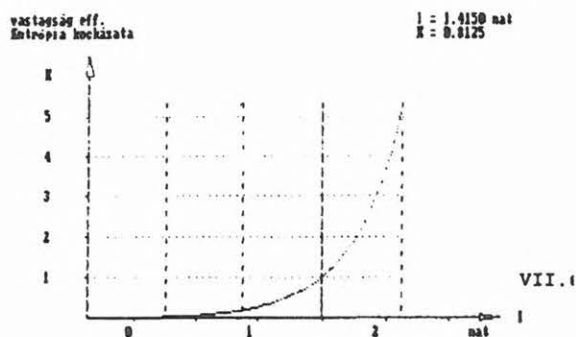
Az effektív víztelítettség átlagértékének kockázati függvénye értelem szerűen fordított, a magas paraméter érték kedvezőtlen számunkra (40. ábra), tehát csökkenő exponenciális jellegű. Átlagértéke 55,8%, amelyenél 0,3%-kal kisebb érték (55,5%) már erős hazardírozás ($K=1,62$). Az 57 %-os víztelítettség pesszimista becslést ($K=0,16$) jelent.

Az effektív izovol átlagérték kockázatának diagramja ugyanolyan, akár a többi paraméteré, nyilvánvalóan a nagyobb érték a kedvező számunkra. A 0,618 m-nél kockázatos az állítás és 0,65 m értéknél hazardírozunk. Ugyanakkor 0,60 m izovol értéknél már pesszimista az állításunk. Tehát az effektív paraméterekből származtatott effektív izovol a legérzékenyebb bármely paraméter érték változására.

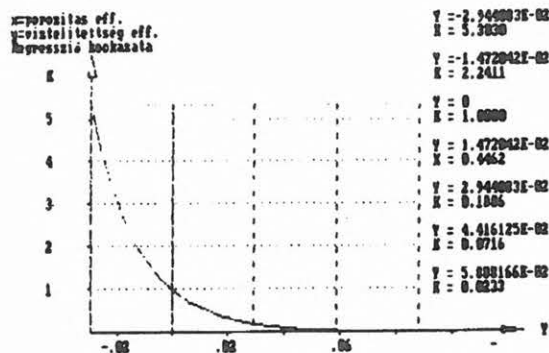
A soron következő kockázati vizsgálatok a szórásra vonatkoznak. Ha nagyobb szórást adunk a számítottnál, állításaink kockázati tényezője csökken. A szórás kockázati függvénye a víztelítettség kockázatahoz hasonlóan exponenciálisan csökkenő görbét mutat. A számított szórásnál kisebb érték nagyon megnövelheti a kockázati tényezőt. Ezt a következő ábrán (41. ábra) szemléltetem, ahol a telespes öszlet esetében az effektív izovol szórása 0,453 m. Csupán 0,013 m-rel kisebb szórással már hazardírozunk, de a 0,027 m-rel nagyobb értéknél óvatos az állításunk.

Végül megállapítható, hogy a telespes öszlet esetében a származtatott paraméterek szórása sokkal érzékenyebben reagál a kisebb szórási intervallumra; a számítottnál kisebb szórás figyelembevétele a hazardírozásba sodorja állításainkat.

Egy paraméter entrópia kockázati tényezője szám-szerűsíti azt az állítást, amely szerint a tényleges entrópia egyenlő lesz a maximális entrópiával. Ez lényegében az az ideális eset, amikor a tényleges információ megegyezik a maximális információval; elméletileg az ismertségi fok 100 %. Ez az entrópia maximum szórásával számítható. Ezt a telespes öszlet vastagságának, valamint effektív vastagságának entrópia kockázatát keresztl szemléltetem. Amint az előzőekben láttuk, a származtatással nemcsak az ismertségi fok növekedett, de a maximális információ is. Az ily módon növelt információ tartalom kockázata nőtt $K=0,7$ -ről $K=0,81$ -re (42., 43. ábrák). Ez azt jelenti, hogy a származtatással csökkentettem a vastagság átlagértékének a kockázatát, de a számítások elkerülhetlenül növelték az entrópia kockázatát.



43. ábra. A telepes összlet effektív vastagság entropiájának kockázata
Fig. 43. Effective thickness entropy risk of the multihorizontal strata complex



44. ábra. A telepes összlet effektív porozitásának és effektív vizeztelítettségének regressziószámítási kockázata
Fig. 44. Regression risk for effective porosity and effective water saturation concerning a multihorizontal strata complex

A különböző regressziós kapcsolattal rendelkező paraméterpárok regressziós egyenleteinek használata szintén bizonyos kockázattal jár. Itt is az egyenletből számolt érték elfogadásának mértéke a kockázati tényező. Ha elfogadjuk a számolt értéket ($K=1$), kockázatos a becslésünk, de ez kiküszöbölhető, ha kisebb kockázati tényezőt választunk. Ezt az effektív porozitás — effektív vizeztelítettség regressziós kockázati ábráján mutatom be (44. ábra), ahol a függőleges folytonos vonal az egyenletből számolt értéket jelenti, a szaggatott vonalak pedig a regressziós függvény standard hibájának egész számú többszöröseit. Az ábrán szerepelnek még a kiszámított Y -ból előállított

$$Y-2S; Y-1,5S; Y-S; Y-0,5S; Y+0,5S; Y+S,$$

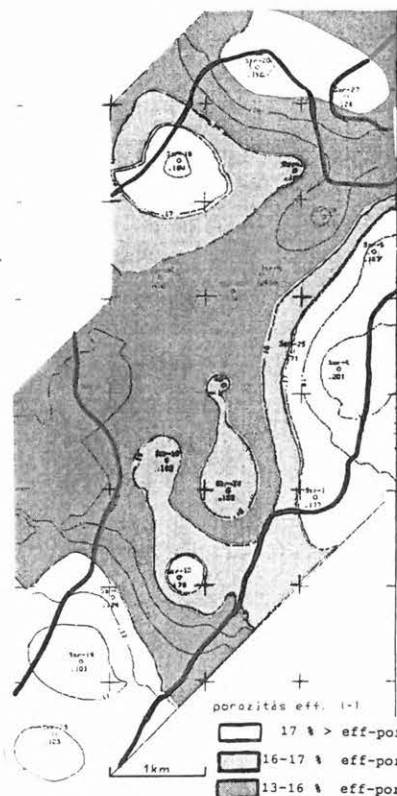
értékek és ezekhez tartozó megfelelő kockázati tényezők.

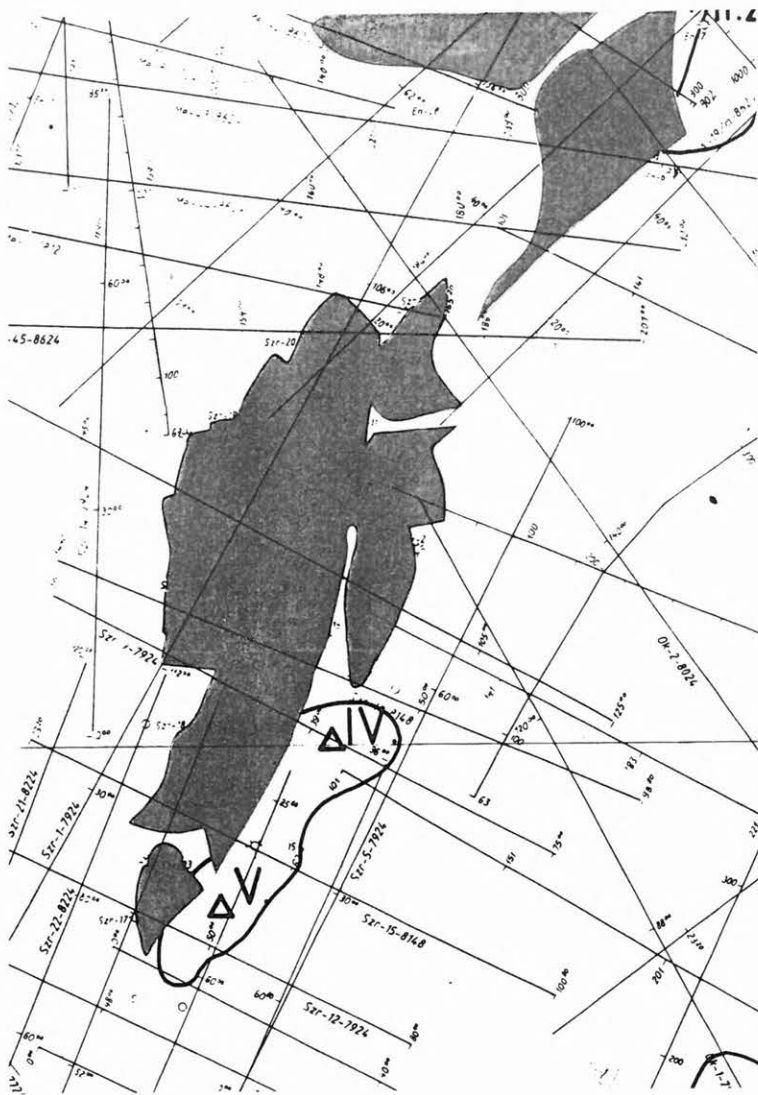
Paraméterbecslés

A telepes összlet paraméter értékeinek becslésére az előbbi eredmények ismeretében a krigelési eljárást használtam és térképeket szerkesztettem. Ezen térképek közül az effektív porozitás paraméter térkép jelentőségére hívom fel a figyelmet, ugyanis a telepkontúrokon DK-i irányba túlterjednek a 16–17%-os színtvonalak. A többi paramétertérkép esetében a peremi területre csak felé az izovonalak lefutása csökkenő tendenciájú. A regressziós vizsgálatok kapcsolatokat mutattak ki az effektív porozitás és effektív vizeztelítettség között, amely az említett irányban a telepes összlet kisebb vizeztelítettségét jelenti (45. ábra).

A térségről kiadott MOL Rt. GKE-231-es számú szeizmikus méréseket kiértékelő jelentése ugyanezt a területet javasolta mélyfúrással való megkutatásra, a terület CH készletet remélve (46. ábra).

Összegzőként elmondható, hogy a készletszámlási paraméterek telepen belüli és a peremi területeken történő tanulmányozása, valamint a földtani kockázatra vonatkozó elemzése alapja lehet a gazdasági kockázat számításnak.





46. ábra. A szeizmikus mérések kiértékelése után mélyfúrásra javasolt CH perspektivikus terület [GKV.1991]
Fig. 46. Area proposed for drilling following seismic interpretation and with perspectives for hydrocarbon accumulation [GKV.1991]

HIVATKOZÁSOK

- AGTERBERG F. P. 1974: Geomathematics. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, London, New York
- BAKSA Cs., BÁRDOSSY A., BÁRDOSSY Gy., FODOR B., LENGYEL Vné, VIRÁGH K., ZSIDAY G. B. 1983: A geostatistika alapfogalmai. Budapest
- DAVID M. 1977: Geostatistical Ore Reserve Estimation. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York
- FÜST A. 1990: Geostatistika. Kézirat. Budapest
- GKV 1991: J.231. számú jelentés Szarvas-Endrőd-Déaványa kutatási terület szeizmosztratigráfiai és szénhidrogénföldtani értelmezéséről, és a rejtett típusú csapdalehetőségek térképezésének eredményeiről. GKV adattára
- GUARASCIO M. et al. (eds.) 1976: Advanced Geostatistics in the Mining Industry. D. Riedel Publishing Company, Dordrecht — Holland/Boston — USA
- JOURNEL A. G., HUIJBREGTS Ch. J. 1978: Mining Geostatistics. Academic Press, London, New York, San Francisco
- MARSAL D. 1987: Statistics for Geoscientists. Pergamon Press, Oxford, New York, Beijing, Frankfurt, Sao Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto
- MATHERON G. 1965: Les Variables Regionales et leur Estimation. Masson et cie. Editeurs, Paris
- MATTICK R., RUMPLER J., ÚJFALUSY A., SZANYI B., NAGY I. 1987: Seismic Stratigraphy of the Békés Basin — Southeast Hungary, GKV adattára
- OKGT.NKV 1988: Szarvas (Endrőd-II.) lehatároló kutatási fázisú földtani zárójelentése (1988. áprilisi állapot). GKV adattára

A számítógépipar fejlődésével párhuzamosan a szeizmikus feldolgozás egyre több műveletének végrehajtására az összegzés előtt kerülhet sor, ami a jobb közelítések révén kedvezően befolyásolja a kapott szelvények felbontóképességét és jel/zaj viszonyát. A szeizmikus sztratifográfia elveinek alkalmazása és a rejtejt csapdák kutatása egyaránt ezt igényli. Az amplitudó-offszet analízis egyre szélesebbkörű alkalmazása is ebbe a tendenciába illeszkedik.

A „szeizmikus attribútumokkal” ellentétben, az amplitudó-offszet hatások vizsgálatának komoly fizikai alapjai vannak. Az angol nyelvű szakirodalomban AVO (Amplitude Versus Offset) analízisnek nevezett eljárás értékes eszköz lehet a szénhidrogén (különösen a gázos) tárolók közvetlen detektálására, a CH perspektíva minősítésére. A távolság vagy beesési szög függvényében fellépő amplitudó (azaz reflexiók együttható) változások vizsgálata általában gondos feldolgozást igényel, mivel a hatást számos tényező (a statikus, dinamikus korrekciók hibái, gyenge jel/zaj arány, a jelalakok dinamikus korrekció miatti megnyúlása stb.) zavarhatja, elfedheti. A kifejlesztett robusztus eljárás célja a különlegesen gondos (és ezért költséges) előfeldolgozás megtakarítása a maradék görbületek automatikus felismerése segítségével és a jelalak nyúlás hatásának kiküszöbölésével.

Az eljárás alkalmazása lehetővé teszi az anomáliák olcsóbb, rutinszerű felismerését, mely alapján az érdekes helyeken részletesebb vizsgálatok végezhetők. A kutatás hatékonyságát növeli, ha a „rutin” feldolgozás eredményeinek kiértékelése után történik speciális feldolgozás a perspektivikus helyeken. Ennek költségei még mindig sokkal kisebbek lehetnek, mint egy-egy meddő fúrás.

I. KÉSMÁRKY, S. SZÁNTÓ: Experiences with the Application of Amplitude Versus Offset Analysis

In parallel with the fast evolution of the computer technology, more and more seismic processing steps are executed before stacking. This results in generally much better resolution and signal-to-noise ratio, due to the more accurate approximations applied. There is an enormous demand for this, on behalf of the application of seismic stratigraphy and the exploration of subtle traps. The more extensive use of AVO analysis also fits into this trend.

In contrast with the 'seismic attributes', the AVO analysis has a massive physical background. Due to these principles, amplitude versus offset (AVO) analysis has been regarded as a valuable tool to detect hydrocarbon (especially gas) reservoirs and to appraise CH potential. In general, study of the amplitude-offset effects need a very careful preprocessing, because of the sensitivity of the method concerning dynamic correction errors, NMO stretching of the traces, poor signal-to-noise ratio etc. Our robust approach applies an automatic recognition of the parabolic residual moveout time shifts, to eliminate or minimize the unfavourable effects mentioned above. This way the AVO analysis can be applied as a part of the routine processing.

Bevezetés

Paradoxonnak tűnik, hogy egy iparág fejlődését utólag tévesnek bizonyuló felismerések is segíthetik. Ilyen például MUSKAT és MERES cikke [1940], melynek fő következtetése szerint a reflexiók amplitudó változása kellően nagy beesési szögtartományon belül elhanyagolható, következésképpen a szeizmikus jelalakok a (hiperbolikus) beérkezési görbék mentén azonosaknak tekinthetők. Ilyen leegyszerűsített modell szolgált alapul a többszörös fedéses mérési technológia és feldolgozás bevezetéséhez és sikereihez. Az állítás az esetek döntő többségében valóban jó közelítés, és a szerkezetkutató szeizmika igényeinek hosszú ideig tökéletesen megfelelt. KOEFOED [1955] hívta fel a figyelmet a közelítés korlátaira és az ilyen anomáliák összefüggésére a rugalmas állandókból levezethető Poisson aránnyal. Sajnos, korát megelőzte, mivel még nem voltak adva a gyors számítógépes adatfeldolgozás lehetőségei.

A terepi műszerek és a számítógépes feldolgozás a 80-as évek elejére érte el azt a fejlettségi szintet, amikor a téma megérett (mind a jó minőségű adatok, mind a feldolgozás oldaláról) az ipari alkalmazásra. A „dim spot” jelenség jó példa erre, ahol a beérkezési görbe mentén a reflexiók együttható (és a jelalak) előjelet vált, és ez az időszelvényen kioltódást, elnémulást eredményez [RUTHERFORD, WILLIAMS, 1989]. Az ilyen amplitudó változások kőolajföldtani jelentőségének felismerése ösztönözte a módszer továbbbi kutatását és ipari alkalmazását.

Az elmélet és a laboratóriumi mérések is azt mutatják, hogy a gázzal telített porózus homokkővek Poisson aránya igen alacsony a vízzel telített esethez képest. A hagyományos időszelvény csak az összegzendő minták átlag értékét mutatja, az amplitudó-offszet analízis ezzel szemben lehetőséget ad az amplitudó tendencia (növekvő vagy csökkenő) jellegének statisztikus vizsgálatára a beesési szög (vagy az offszet) függvényében. A módszer tehát új dimenziót jelent az amplitudók tanulmányozására, a hagyományos „bright spot” (nagy amplitudók) vizsgálata mellett. Bár ezek az adatok általában kevésbé folytonosak, mint az összegszelvény fázisai, a pozitív AVO anomáliák általában egybeesnek a „bright

¹ Beérkezett: 1992. 12. 31-én

² Geofizikai Szolgáltató Kft. (GES) H-1068 Budapest, Városligeti fasor 42.

spot"-okkal, konszolidálatlan homokkő gáztárolók esetén [SICKLE, VALUSEK 1990].

Kis relatív változások esetén a reflexiók együttható a Poisson arány, a longitudinális hullám v_p sebessége és a sűrűség változások lineáris függvényeivel közelíthető. Az amplitudó menet az összegzendő (dinamikus korrekció utáni) csatornák mintáira illesztett egyenes „tengelymetszet” és „meredekség” paramétereivel jellemezhető, miután az offszet helyett bevezetjük a beesési szög szinuszának négyzetét, mint független változót.

A „kilógó” minták hatásának csökkentésére robusztus eljárások is alkalmazhatók az egyszerű legkisebb négyzetek módszere helyett.

A kiválasztott pontokra az egyenes illesztés a súlyozott négyzetes hiba összeg minimalizálásával történik. A súlyok a következők:

$$w_i = e^{-n \frac{(y_i - ax_i - b)^2}{\sum (y_k - ax_k - b)^2}},$$

ahol	w_i	az i-edik súly
	y_i	az i-edik pont y koordinátája
	x_i	az i-edik pont x koordinátája
	a	az illesztett egyenes meredeksége
	b	az illesztett egyenes y tengelymetszete
	n	az illesztésben szereplő pontok száma

Adatfeldolgozás

Az amplitudó-offszet menetet számos tényező befolyásolja:

- geometriai szóródás
- a forrás és a geofoncsoport iránykarakteristikái
- reflexiók és transzmissziós veszteségek, belső többszörösök
- energia elnyelés a fedő kőzetekben
- vékony réteg interferencia („hangolódás”)
- maradék statikus és dinamikus korrekciós hibák
- a jelalak megnyúlása a dinamikus korrekció során
- gyenge jel/zaj arány

Bármelyik offszet függés ezek közül lehet sokkal nagyobb, mint a keresett hatás, ezért fontos a megfelelő korrekció. Például az összegszelvény készítéshez még megfelelő sebességfüggvény már pontatlanul bizonyulhat az AVO anomáliát „eredményező” kis maradék görbületek miatt. Az első négy hatás a „valódi amplitudójú feldolgozással” vagy legalábbis egy gondosabb, relatív amplitudóviszonyokat megőrző feldolgozással kezelhető. A vállalatunknál kifejlesztett eljárás az utolsó három hatás ellen kínál megoldást (természetesen csak az elvi korlátok szabta lehetőségeken belül). Elvben a zavaró hatások determinisztikus korrekciója a helyesebb, de a gyakorlatban az adatfüggő manipulációkra, kiegyenlítésekre is szükség lehet.

A feldolgozás főbb lépései:

- demultiplexelés
- átrendezés CDP/offszet szerint
- gömbi szóródási korrekció és szükség esetén nagyablakos

- amplitudó kiegyenlítés
- spike dekonvolúció, sávszűrés
- statikus, dinamikus korrekció
- amplitudó-offszet (AVO) analízis

A kimenet egy színes, időszelvény jellegű „szorzat” szelvény, mely a fent leírt „tengelymetszet” és „meredekség” szelvények szorzata. A felsoroltakon kívül offszetek szerinti vertikális összegzés és bizonyos keverés hasznos lehet a jel/zaj arány növelés szempontjából. A vékonyréteg hatások csak modellezéssel kezelhetők, melyre szintén készítettünk programot. Az 1. és 2. ábra egy Alföldön mért szeizmikus szelvény részletét és a megfelelő AVO szelvényt mutatja.

A zajok becslése és kivonása

(a) Feltételezzük, hogy a dinamikus és statikus korrigált, egy CDP-hez tartozó zajmentes szeizmikus csatornák előállíthatók összesen két „jelcsatorna” különböző arányú keverésével. Más szóval ez a modell megenged lassan változó „zavarokat”, maradék görbületeket.

(b) Feltételezzük, hogy a mérés csatornapáronként legfeljebb csak gyengén korrelált zajjal terhelt, valamint, hogy a zajok korrelációja a jelekkel nulla.

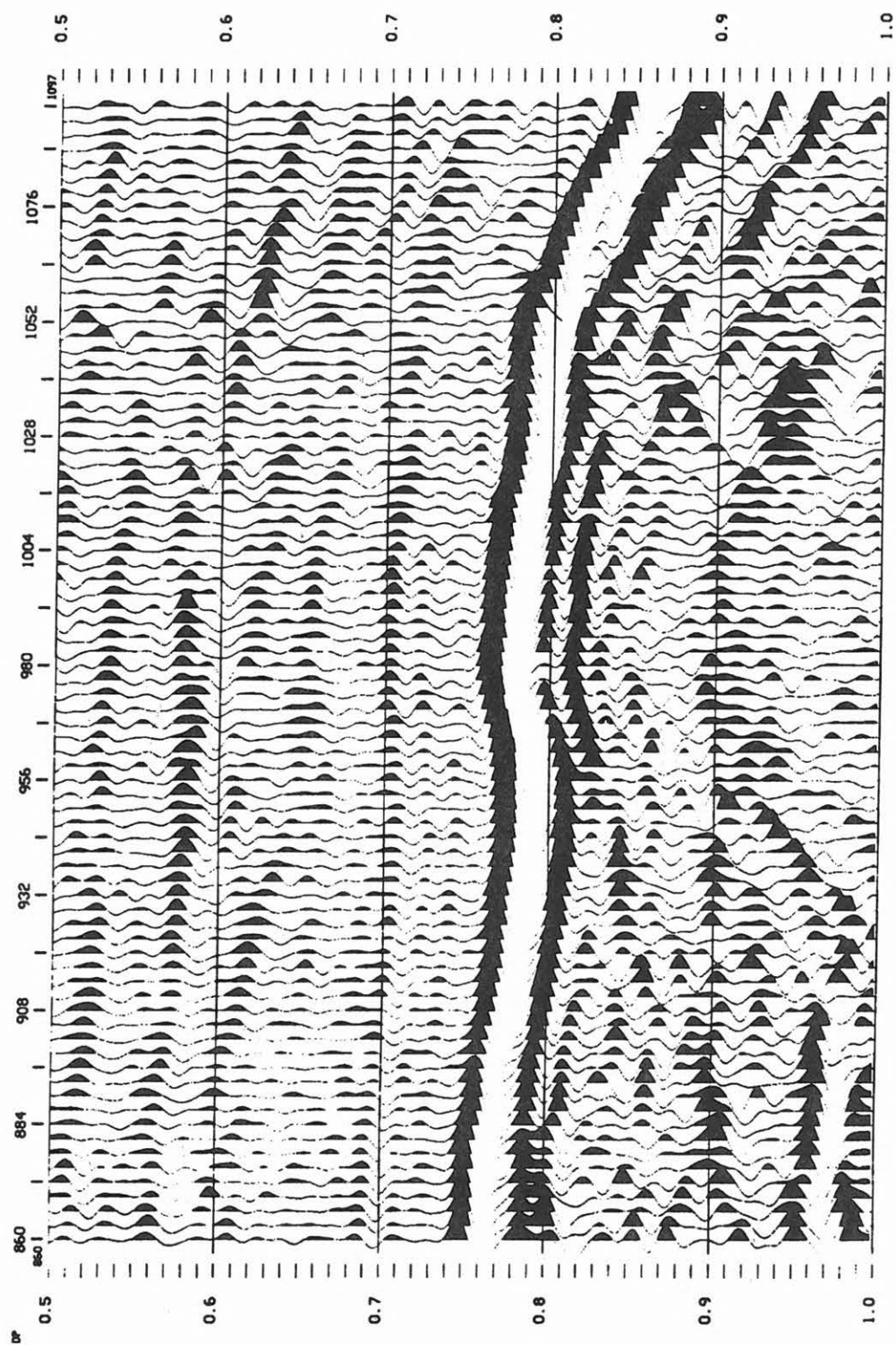
(c) Súlyozott összegzéssel becslést készítünk a két „jelcsatornára” és a keverési súlyokra egy olyan algoritmussal, amelyik arra törekszik, hogy a „jelek” kivonásával kapható zajbecslés korrelációs mátrixának determinánsa legyen maximális. Más szóval, a kivonás után kapott „zaj” legyen a lehetőségekhez képest minél korrelátlanabb [ROBINSON 1970].

Az eredményeket egy közös mélységponthoz (CDP) tartozó csatorna csoporton szemlélteti a 3.–5. ábra. Az ábrák bal oldalán látható hat egyedi csatorna jelentése rendre: fedésszám, a 30°-nál kisebb beesési szögekhez tartozó normál összegszelvény csatorna, a robusztus és a hagyományos algoritmussal számított „tengelymetszet” csatorna, a robusztus és a hagyományos algoritmussal számított „szorzat” csatorna.

Modellezés

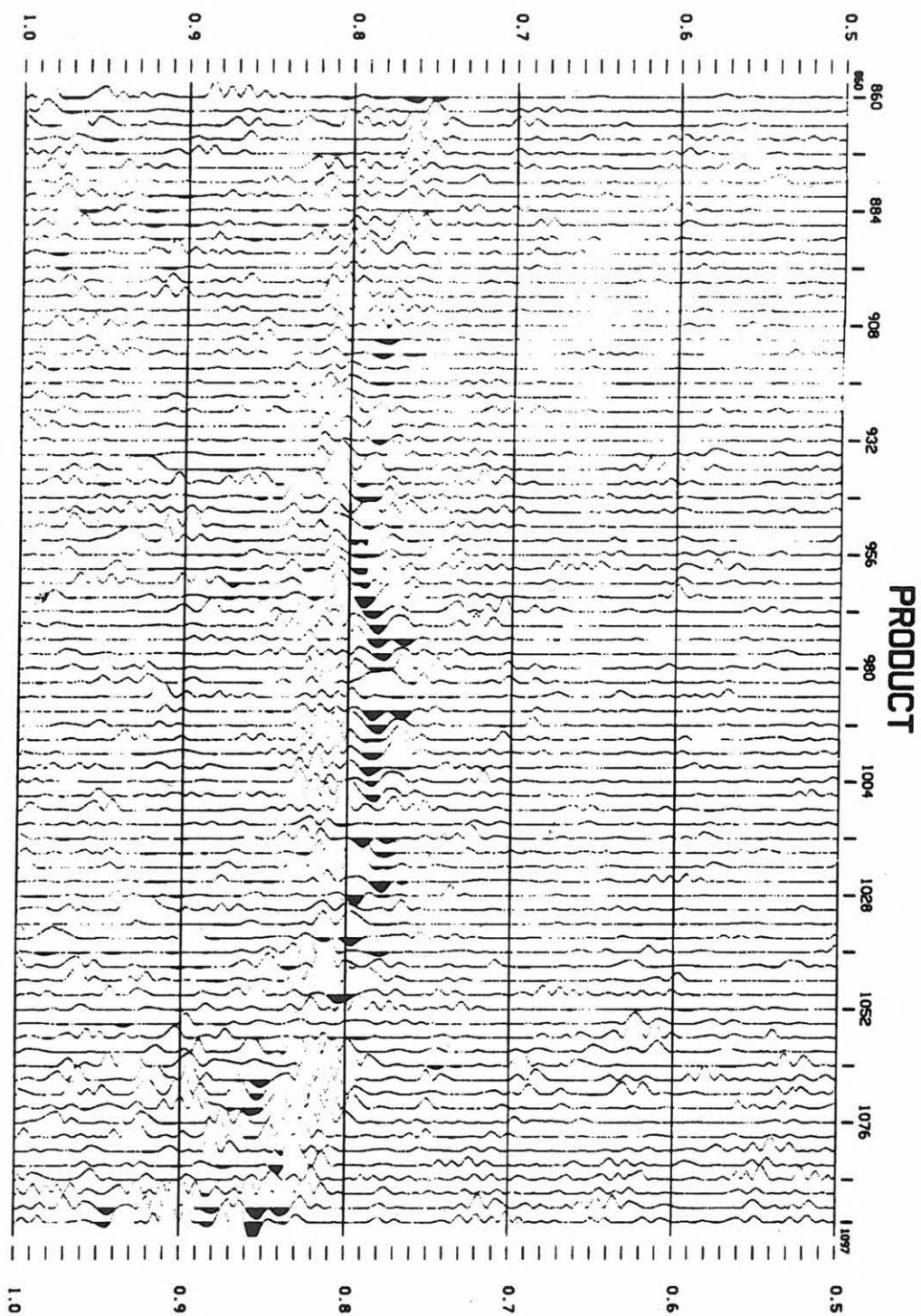
Az üledékes kőzetek különböző paraméterei (P és S hullám sebessége, sűrűség, porozitás, porustartalom, agyagosság) bonyolult kölcsönös függéseket mutatnak, így ezek megismerése, modellezése fontos feladat. A modellek sok esetben empirikus megfigyeléseken alapulnak. A Gassmann formula ad lehetőséget a porustartalom és rugalmas együtthatók kapcsolatának kvantitatív modellezésére [GASSMANN 1951, 1953].

Egy nagyalföldi szeizmikus szelvény alapján felvett „tető” és „fenék” reflexióval jelentkező „kevény” homokkő blokk v_p/v_s arányát változtatva készítettük a 6.–7. ábrán látható szintetikus CDP csatorna csoportokat. Az ábrák két részből állnak. Felül a CDP csatornák láthatók az 1120–1520 ms-os időablakban. A két szintet kb. 1230 és 1290 ms-nál megjelöltük a jelalakok csúcserképeinél, fekete-fehérben sajnos nem túl jól mutató kis téglalapokkal.

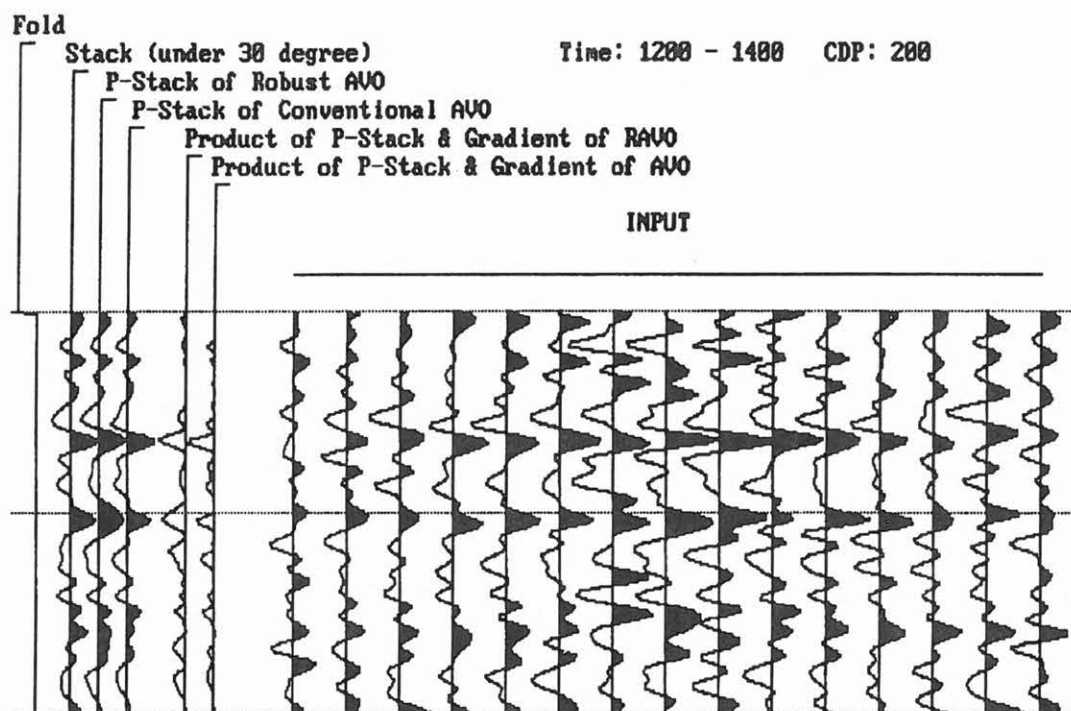


1. ábra. A bemenő adatokból számított hagyományos időszelvény részlete

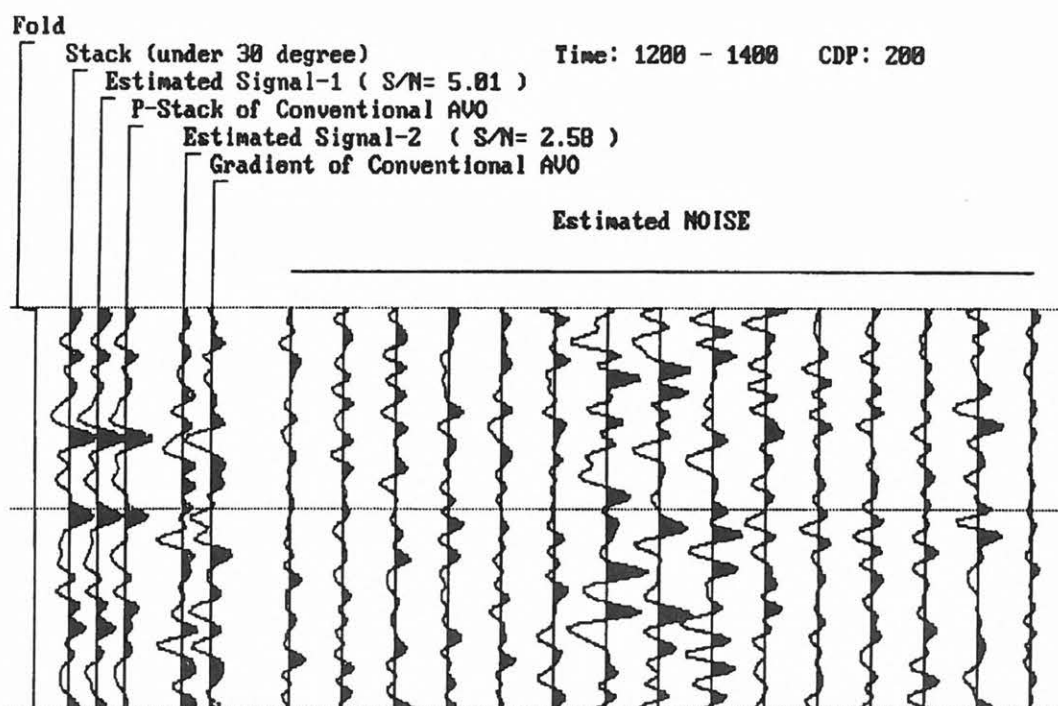
Fig. 1. A part of the conventional seismic time section computed from the input data set



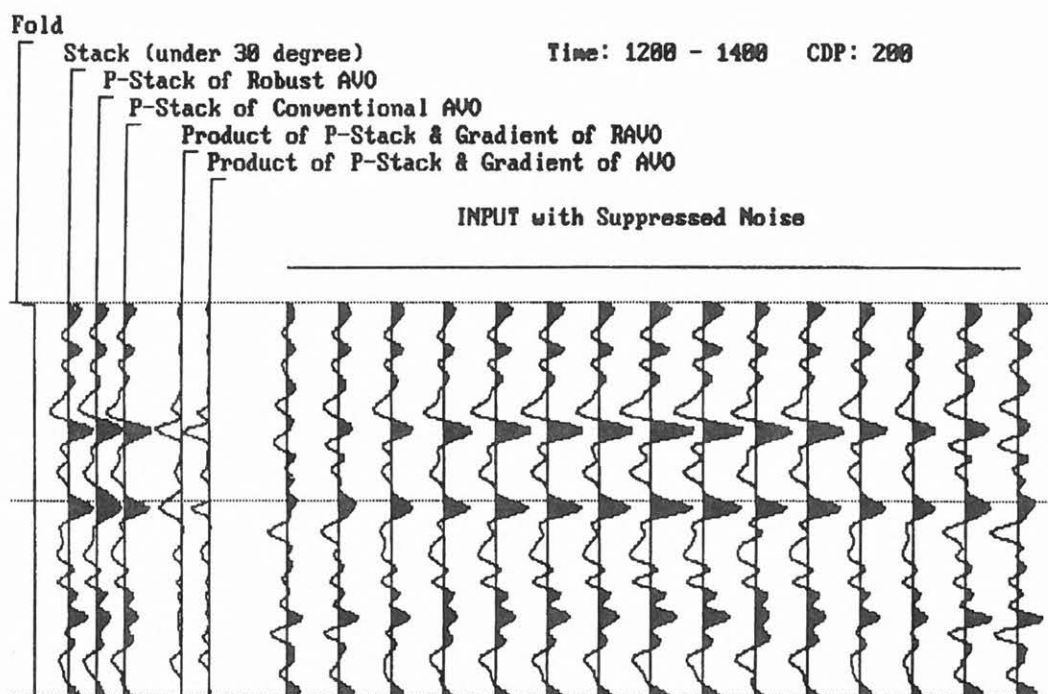
2. ábra. Az 1. ábrának megfelelő „szorzat” AVO szelvény részlete. A nyomdai lehetőségek miatt fekete-fehér kijátszást alkalmaztunk a színezés helyett. A fekete szín felel meg a pozitív értékeknek
 Fig. 2. A part of the 'product' AVO section corresponding to Fig. 1. Because of technical reasons, the plotting was in black and white, instead of applying colours. Black corresponds to positive values



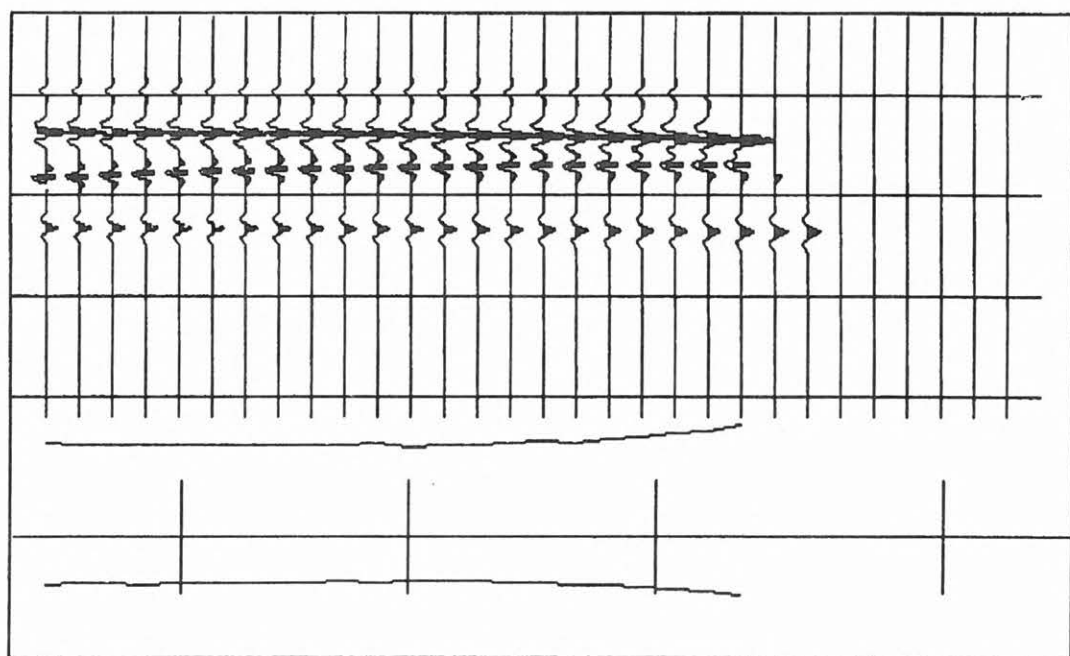
3. ábra. A bemeneti CDP csatornák az 1200-1400 ms időablakban
Fig. 3. Input CDP gather in the 1200-1400 ms window



4. ábra. A bemenet alapján becsült zaj. (A robusztus becslés helyett itt a két számított jelösszetevő szerepel.)
Fig. 4. The estimated noise traces from the input traces of Fig. 3. (Instead of the robust estimates, the two signal components are shown on the left hand side extra traces.)

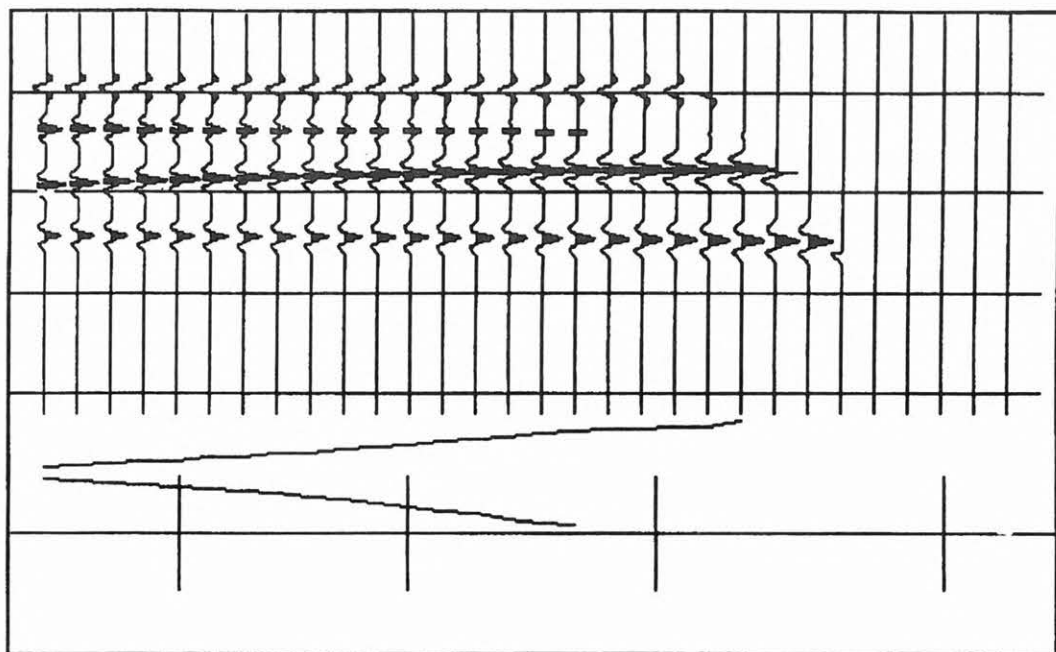


5. ábra. A zaj kivonásával becsült jel csatornák, melyek az offset függvényében csökkenő amplitudó menetet mutatnak
 Fig. 5. The estimated signal component of the CDP gather shown in Fig. 3, exhibiting decreasing amplitudes after subtracting the noise traces (Fig. 4) from the input (Fig. 3)



6. ábra. A vízzel telített homokkő modellnek megfelelő szintetikus CDP csatorna csoport

Fig. 6. Synthetic CDP gather, computed from a water saturated 'hard' sandstone model in the 1120-1520 ms time window. The peak values of the top and bottom reflections of the sandstone are marked by little black bars at about 1230 and 1290 ms. (The 'smiling' of the bottom reflection is the result of the slightly smoothed stacking velocity function.) The 'amplitude profiles' of the two marked horizons are shown in the lower part of the figure. The horizontal line is the offset axis corresponding to the zero amplitude. The vertical bars represent the offsets, related to incidence angles 10, 20, 30 and 40 degrees respectively



7. ábra. A gázzal telített homokkő modellnek megfelelő szintetikus CDP csatorna csoport
Fig. 7. Synthetic CDP gather, computed from a gas saturated 'hard' sandstone model, similar to Fig. 6. The decreasing character of the amplitude of the top reflection and the polarity reversal of the bottom one are obvious

(Az alsó szint „mosolygása” annak következménye, hogy a dinamikus korrekcióhoz használt sebességfüggvény a felső szintre volt beállítva és simított jellege miatt nem követte a környezeténél lényegesen magasabb intervallum sebességű homokkő által kis „idő alatt” megnövelt stacking sebességet.) A két szint kijelölt amplitúdóinak menetét az ábrák alsó része mutatja. A vízszintes vonal a nulla amplitúdónak megfelelő koordináta tengely, a felső részhez hasonló offszet skálázással. A tengelyt metsző függőleges vonalak a 10, 20, 30 és 40 fokos beesési szögeknek megfelelő offszeteket jelölik.

Gázt nem tartalmazó homokkő esetén, amikor a homokkő v_p/v_s aránya megegyezik az agyag v_p/v_s arányával, a szintetikus modellen nem kapunk AVO anomáliát és az alsó horizont polaritása a felsőhöz képest fordított (6. ábra).

A gázzal telített homokkő esetére (a rétegvastagság, a v_p , v_p/v_s arány és a homokkő sűrűségének változtatásával) a 7. ábrán látható szintetikus modellt kaptuk, mely igen jól tükrözi a felső fázis amplitúdócsökkenését és az alsó horizont polaritásfordulását (a 6. ábrához képest az alsó reflexió polaritást váltott).

A 6. és 7. ábrák meggyőzően mutatják, hogy pusztán a gáztartalommal összefüggő v_p/v_s arány (vagy a Poisson arány) milyen jelentősen és milyen irányban befolyásolja az amplitúdó-offszet meneteket és a polaritásvizonyokat.

Az anomáliák értelmezése

Előljáróban megjegyezzük, hogy az AVO anomáliák értelmezése elsősorban agyagok közé ékelődő

tiszta homokkővek esetén tekinthető kidolgozottak. Más litológia esetén csak óvatosabb következtetések vonhatók le.

Homokkővek esetén két alapesetet kell megkülönböztetni:

(a) „Lágy” (a környező agyagoknál alacsonyabb v_p longitudinális hullám terjedési sebességgel jellemezhető) homokkővek

(b) „Kemény” (a környező agyagoknál nagyobb v_p longitudinális hullám terjedési sebességgel jellemezhető) homokkővek

Mindkét esetben a longitudinális hullám v_p terjedési sebessége csökken a homokkőben, ha gázzal (vagy esetleg könnyű olajjal) van átitatva. A transzverzális hullám v_s terjedési sebessége ugyanakkor nem csökken jelentősen. Az AVO effektus lényege az, hogy a fenti esetben lecsökkenő v_p/v_s arány következtében nagyobb beesési szögeknél a beeső longitudinális hullám energiájának jóval nagyobb része alakul át „lassabb” transzverzális hullámenergiává.

„Lágy” homokkő esetén a homokkő tetején jelentkező reflexiós koefficiens negatív. Nagyobb offszetek (beesési szögek) esetén ez az érték csökken, azaz abszolút értékben növekszik. A „bright spot”-tal együtt jelentkező ilyen anomáliák a gáz jelenlétét valószínűsítik. Az elkészített szorzat szelvényeken az ilyen jelleg pozitív értékkel jelentkeznek. (Ugyanis a kimeneti AVO szelvény minden mintája az amplitúdó menetre illesztett egyenes tengelymetszetének és meredekségének szorzata. Negatív amplitúdókhoz a fenti esetben negatív meredekség, pozitív amplitúdókhoz pozitív meredekség tartozik. A kettő szorzata mindkét esetben pozitív.)

„Kemény” homokkő esetén a tetőn jelentkező reflexiós koefficiens kis pozitív érték. A gáz jelenléte tehát a homokkő „szeizmikus láthatóságát” csökkentheti, a kisebb v_p sebesség kontraszt következtében. Nagyobb offszettek (beesési szögek) esetén a reflexiós koefficiens abszolút értékben csökken, majd előjelet válthat. A „dim spot”-tal együtt jelentkező ilyen anomáliák a gáz jelenlétét valószínűsítik. A szorzat szelvényeken az ilyen jelleg nagyobb negatív értékekkel jelentkezik. (A gömbi szóródási korrekció közismert „alulkorrigálása” miatt az AVO anomáliákat nem tartalmazó szelvényrészletek is várhatóan kisebb negatív értékeket mutatnak.)

A kemény homokkő esetében jól látható, hogy az AVO módszer túllép a szeizmika olyan hagyományos alkalmazásán, melynek célja pusztán a merőleges beeséshez tartozó akusztikus impedancia kontrasztok leképezése. Ez esetben ugyanis kicsi és bizonytalan előjelű a reflexiós együttható, tehát a hagyományos szeizmika számára „láthatatlan” a réteghatár.

Következtetések

Az AVO módszer sem tévedhetetlen eszköz, de a CH találati valószínűség 10–20%-os növelése már kellő gazdasági érv lehet az alkalmazásához. Mivel a nemzetközi tapasztalatok ezt megfelelő távlatokban is igazolták, a módszer alkalmazásába és továbbfejlesztésébe is érdemes energiát, pénzt fektetni. Fontos tanulság, hogy a tárolók karotázs mérésekből kapott petrofizikai paramétereinek és a szeizmikus adatok együttes értelmezését javítani szükséges. (A P és S hullám sebessége, a sűrűség, a porozitás, a pórustartalom, az agyagosság mind szoros összefüggésben van az AVO anomáliákkal.)

A módszer a terepi technológia újragondolását is igényli. Javasolható a kis geofonköz, minél kisebb geofoncsoport alkalmazása (az iránykarakterisztika

miatt). Fontos a forrás egyöntetűségének és a felszíni hatások kiküszöbölésének minél jobb megoldása. Az egyszeresek vizsgálatából megállapítható, hogy az elnémitás miatti fedésszám csökkenés jelentősen nehezíti a módszer alkalmazását sekélyebb célpontok esetén.

Az AVO módszer további alkalmazásához rendkívül fontos lesz, hogy a lemélyített fúrások eredményeinek ismeretében a korábbi következtetések revízióját az illetékes szakemberek elvégezzék.

A karotázs értelmezési adatok együttes felhasználásának jelentősége növekszik a megbízhatóbb paraméterek és geológiai modellek felhasználása révén.

A kifejlesztett robusztus eljárással bizonyos hamis AVO anomáliák elkerülhetők, az általános megbízhatóság és a feldolgozás rutin jellegének fenntartása mellett.

HIVATKOZÁSOK

- GASSMANN F. 1951: Elastic waves through a packing of spheres, *Geophysics*, 16, pp. 673–685
 GASSMANN F. 1953: 'Errata', *Geophysics*, 18, p. 269
 KOEFOED O. 1955: On the effect of Poisson's ratio of rock strata on the reflection coefficients of plane waves, *Geophys. Prosp.*, 3, pp. 381–387
 MUSKAT M., MERES M. W. 1940: Reflection and transmission coefficients for plane waves in elastic media, *Geophysics*, 5, pp. 115–148
 ROBINSON John C. 1970: Statistically optimal stacking of seismic data, *Geophysics*, 35, p. 436
 RUTHERFORD S. R., WILLIAMS R. H. 1989: Amplitude-versus-offset variations in gas sands, *Geophysics*, 54, pp. 680–688
 SICKLE K., VALUSEK J. 1990: AVO analysis of 3-D seismic data identifies untested reservoirs in old gas field, *Geophysics; the Leading Edge*, 18, July

Az első magyar szélessávú digitális szeizmológiai állomás (Piszkéstető, PSZ)¹

BONDÁR ISTVÁN², TÓTH LÁSZLÓ²

A Külügyminisztérium diplomáciai közbenjárásával és a német kormány anyagi támogatásával a közelmúltban létesült Magyarországon az első olyan szélessávú digitális szeizmológiai állomás, amely mind koncepcióját tekintve (Open Station), mind műszerezettségében a legújabb generációt képviseli.

A háromkomponensű, szélessávú STS-2 szeizmóter jeleit 24 bites A/D konverzió után folyamatosan regisztráljuk. Az utolsó 30 nap adatai az adatközpont számítógépén on-line hozzáférhetők, a régebbi adatokat pedig EXABYTE szalagon archiváljuk. Az adatközpont X.25 hálózaton keresztül össze van kapcsolva a német regionális szeizmológiai hálózat állomásaival. Az adatok nyilvánosak, azok tudományos és tájékoztatási célokra szabadon hozzáférhetők és felhasználhatók mind a hazai, mind a nemzetközi közösség számára.

I. BONDÁR, L. TÓTH: The New Hungarian Open Seismological Station (Piszkés, PSZ)

Based on an agreement between the Ministries for Foreign Affairs of Hungary and Germany, a new broad-band seismological station has been installed at Piszkés, 80 km NE from Budapest, Hungary.

The technical design of the station represents the latest generation. The station is equipped with new triaxial Streckeisen STS-2 broad-band seismometer and Quanterra's data acquisition system with 24 bit, 80 Hz high-resolution digitizer. Three component continuous data streams are transmitted via FM radio telemetry to the Data Recording System located at the Seismological Observatory, Budapest. The data is recorded continuously in circular buffers on magnetic disks and archived on EXABYTE cartridge. Continuous data streams are available on-line for about one month.

All data can be accessed directly and retrieved by remote computers either in interactive or automatic mode via the PSDN (X.25) international communication channels.

A menu driven software (DRM) serves as a powerful and easy tool for data access, extraction of data segments at different sampling rates, filtering, communication, system control and station operation.

Bevezetés

Az elektronika és a számítástechnika fejlődésével az 1960-as években indult meg és kapott egyre nagyobb teret a digitális jelrögzítés. A szeizmológiában ez az átalakulás — a geofizika más, elsősorban nyersanyagkutatással foglalkozó alkalmazott ágaihoz képest — valamivel később, csak a 60-as évek legvégén indult meg, de széleskörűvé csak a 70-es években vált. E késés csak részben magyarázható azzal, hogy a viszonylag szűk tudományterület anyagi forrásai meglehetősen korlátozottak, sokkal inkább indokolható a szeizmológiai jelrögzítés igen komplex és magas követelményeivel.

Viszonylag könnyen kezelhető a jel sáv szélessége, hiszen a távoli rengések hosszuperiódusú hullamai (néhány mHz) és a közeli események rövidperiódusú (néhány 10 Hz) rezgése által behatárolható frekvenciatartomány nem túl nagy.

A legutóbbi időkig igen nagy kihívást jelentett a földrengésjelek dinamikájának kezelése. Azt szeretnénk ugyanis, hogy a regisztráló rendszer képes legyen egyidejűleg rögzíteni a távoli rengések néhány nanométer, vagy még ennél is kisebb amplitúdójú

hullamait és a közeli földrengések több centiméteres rezgéseit. A mérendő legkisebb és legnagyobb jel között százmilliószoros különbség van! E hatalmas mérési tartomány átfogására sokáig az egyetlen technikai megoldás a dinamikus erősítésszabályozás volt: a gyengébb jeleket jobban, az erősebbeket kevésbé erősítjük, és megjegyezzük a mindenkori erősítés mértékét. Ennek ára az volt, hogy a felbontás (mérési pontosság) függött a mért jel nagyságától, annak növekedésével csökkent. Ily módon nagy háttérzaj, vagy erősebb rengéshullám esetén a kisebb jel elveszett. A megnyugtató technikai megoldást a 24 bites A/D konverterek megjelenése hozta meg, melyek már képesek azonos felbontással digitalizálni az egész mérési tartományt.

További kíváncsi a szeizmológiai jelrögzítéssel szemben az időbeli folyamatosság. Ennek következménye az igen nagy mennyiségű adatok tárolása. Például egyetlen háromkomponenses érzékelő regisztrálásához 80 Hz-es mintavételezést feltételezve naponta kb. 500 Mbit adat tárolására van szükség.

Magyarországon a szeizmológiában a digitális jelrögzítésre való áttérés a világ fejlett országaihoz képest 6-8 év késéssel kezdődött meg. Ennek oka elsősorban anyagi természetű: nem állt rendelkezésre a korszerű berendezések megvásárlásához szükséges összeg. Még a meglévő forrásokat sem lehetett hatékonyan elkölteni egyrészt a belső devizális korlátok, másfelől a fennálló COCOM korlátozások miatt. Mindezen külső körülmények kényszere alatt

¹ Beérkezett: 1992. 12. 04-én

² MTA GGI Szeizmológiai Obszervatórium, H-1112 Budapest, Mérédek u. 18.

több kísérlet történt saját, vagy hazai fejlesztésű berendezések alkalmazására, de ezek a próbálkozások nem vezettek sikerre.

A genfi Leszerelési Bizottság 1976-ban létrehozott egy Szeizmológus Szakértői Csoportot (GSE), melynek feladata a szeizmológiai események megfigyelési és azonosítási módszereinek kidolgozása az a céllal, hogy az a nukleáris kísérleti robbantások teljes eltávolításának ellenőrzését lehetővé tegye. A Szakértői Csoport koordinálja a témában folyó nemzeti kutatásokat, és egyben új kutatási irányokat is kezdeményez. Magyarország az MTA GGKI Szeizmológiai Observatóriumának szakértői támogatásával vesz részt a GSE munkájában, annak létrehozása óta. Az utóbbi évek technikai fejlődését azonban a hazai műszerezettség nem tudtuk követni. 1991-ben a Külügyminisztérium diplomáciai közbenjárásával sikerült a német kormány támogatását megszerezni egy korszerű, a legfejlettebb országok műszaki színvonalának megfelelő szeizmológiai állomás létesítéséhez. Ez a modern szeizmológiai állomás szélesebb lehetőségeket nyit a magyar földrengés kutatás számára is. Lehetővé vált bekapcsolódásunk a műszakilag fejlett országok tudományos és gyakorlati célokból működtetett egységes rendszerébe, az annak keretében működő nemzetközi együttműködésbe. Az adatok nyilvánosak, azok tudományos és tájékoztatói célokra szabadon hozzáférhetők és felhasználhatók mind a hazai, mind a nemzetközi közösség számára. Az úgynevezett „Open Station” koncepció alapján működő állomás adathálózaton keresztül össze van kapcsolva a fejlett országok hálózataival, így a hazai kutatók számára hozzáférhetővé váltak a nyugateurópai adatbázisok.

Az új szeizmológiai állomást Dr. Alexander ARNOT német nagykövet adta át ünnepélyesen 1992. május 20-án. A rendszer működtetésére és a téma művelésére a Magyar Köztársaság Külügyminisztériuma és a Magyar Tudományos Akadémia tárcaközi kutatási projektet hozott létre.

A továbbiakban a rendszer főbb technikai elemeit ismertetjük és röviden vázoljuk az adatbázis elérésének lehetőségeit.

Az állomás helye

A Föld felszíne soha nincs nyugalomban. A tengerek, óceánok hullámverése a parti sziklákon, a szél és más meteorológiai folyamatok, ugyanakkor több emberi tevékenység (közlekedés, bányaművelés, kisebb –

nagyobb robbantások, stb.) során a rugalmas földben rezgések keletkeznek és terjednek tovább. A szeizmológiai állomásokat olyan helyre célszerű elhelyezni, ahol ez a háttérzaj lehetőség szerint alacsony.

A minél keményebb közetből (ideális esetben gránit, bazalt) álló altalaj javítja az állomás észlelő képességét, mert ilyen közegben a rugalmas hullámok kevésbé csillapodnak. További előny az, ha a kéregben nincsenek nagyobb inhomogenitások, melyek menetidő anomáliákat okoznak.

Ezek a környezeti feltételek — különösen egy kis országban — olyan adottságok, melyek behatárolják a szeizmológiai állomás detektáló képességét.

További fontos szempont egy szeizmológiai megfigyelő állomás helyének kiválasztásakor a kommunikációs infrastruktúra megléte, vagy lehetősége, hiszen a mérési adatokat gyorsan (lehetőleg real-time) el kell juttatni a kiértékelő központba.

Mindezen szempontok mérlegelésével választottuk Piskéstetőt a leendő állomás helyéül. Több mint 15 éve működik már itt szeizmológiai állomás, a zajviszonyok bizonyítottan nem rosszak. A vulkáni eredetű piroxén andezit, mely a Mátra-hegységet alkotja, magyarországi viszonyok között, ahol a terület nagy része vastag laza üledékekkel takart alföld, a legkeményebb kőzetek közé tartozik. Nem kis súllyal esett latba az állomás helyének kiválasztásánál az, hogy a Piskéstető és Budapest között meglévő FM rádiós összeköttetés az elmúlt években megfelelően stabilnak bizonyult az analóg adatátvitelben.

A szeizmométer telepítési helyének meghatározását hagyományos geodéziai módszerrel végeztük el [SZÁDECZKY 1991].

Az érzékelő koordinátái az IUGG/1976 ellipszoidon:

$\phi = 47,91842917^\circ \text{ N}$

$\lambda = 19,89448167^\circ \text{ E}$

Balti magasság: 939,72 m

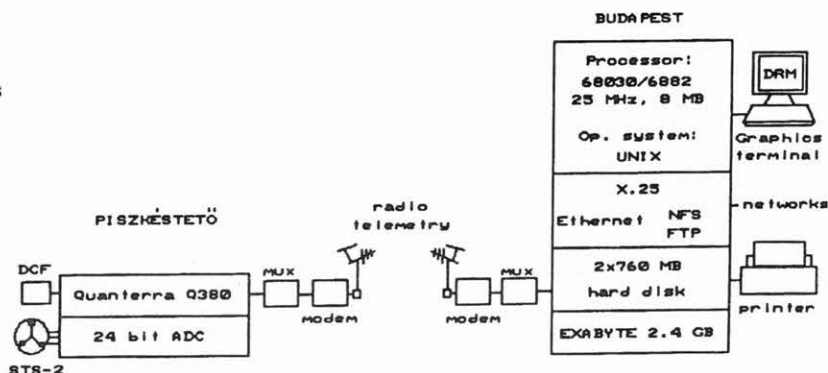
Adriai magasság: 940,39 m

A digitális állomás felépítése

A digitális szeizmológiai állomás két, egymástól jól elkülöníthető egységből tevődik össze: a piskéstetői állomáson elhelyezett eszközökből, illetve a Szeizmológiai Observatóriumban található adatközpontból. A két egység között rádiós telemetria teremti kapcsolatot. Az állomás felépítésének vázlatos rajzát az 1. ábra mutatja.

1. ábra. A piskéstetői digitális állomás felépítése

Fig. 1. Layout of the seismological station, Piskéstető



A következőkben a digitális állomás egyes komponenseinek részletes leírását adjuk.

Szeizmométer

A rendszer „lelke” a 3-komponenses, Streckeisen STS-2 szélessávú szeizmométer, melynek átviteli függvénye a 2. ábrán látható. A műszer sebességre vonatkoztatott átvitele konstans a 8,33 mHz-től (120 s) az 50 Hz-ig terjedő tartományban, a kritikus csillapítás értéke 0,707 [STRECKEISEN 1991].

A 3. ábra a műszer érzékenységet illusztrálja. Látható, hogy a műszer saját (elektronikus) zajszintje a 8,33 mHz – 10 Hz tartományban végig kisebb a USGS alacsony zajszintű területekre felállított modelljéhez tartozó szeizmikus háttérzajnál, ugyanakkor a levágási szint (az a mozgás, amit a szeizmométer még képes regisztrálni) jóval a nemzetközileg elfogadott (SRO) levágási szint felett van. A műszer saját zajszintje és a levágási szint határozza meg a dinamikatartományt, ami mintegy 140 dB. Az ábráról az is leolvasható, hogy a szeizmométer az állomástól 0,1 fok távolságban kipattanó $m_b=5,0$ magnitúdójú földrengést még torzulás nélkül képes regisztrálni.

Adatgyűjtő

A szeizmométer által észlelt jeleket a terepi adatgyűjtő (Quanterra Q380) 24 bites A/D konvertere digitalizálja, 80 Hz-es mintavételezéssel. A 24 bites A/D konverter előnye, hogy a teljes dinamikatartományban (140 dB) állandó felbontást biztosít, szemben a régebbi típusú, 12 vagy 16 bites A/D konverterrel felszerelt adatgyűjtőkkel, melyeknél kényszerűségből automatikus erősítésszabályozást alkalmaztak, ami viszont a maximális amplitúdójú jelhez viszonyított százalékos felbontást tudta csak garantálni.

A terepi adatgyűjtőn egy valós időben, OS/9 operációs rendszer alatt futó program szűri és újramintavételezi az adatokat: így állnak elő a 80 Hz-es, rövid periódusú (VSP) csatornákból a szélessávú, 20 Hz-es (VBB) és a hosszupériódusú, 1 Hz-es (LP) csatornák. Ugyanez a program a Z komponenseken eseménydetektálást is végez; az események a szeizmológiában jelenleg az egyik legkorszerűbbnek tekintett Murdock-Hutt algoritmus alapján detektálódnak [MURDOCK, HUTT 1983].

A regisztrált folytonos adatok, események és detekciós listák az adatgyűjtő RAM-bufferébe íródnak, ami mindaddig tárolja az adatokat, amíg azok sikeres továbbításra nem kerülnek az adatközpont felé.

Óra

A szeizmológiában döntő fontosságú a pontos időmeghatározás. Az időjeleket egy DCF óra szolgáltatja, amely a frankfurti DCF-77 rádióadó időinformációit veszti.

Adatátvitel

Az adatátvitel az adatgyűjtő és az adatközpont között többféle módon is lehetséges: műholdas vagy rádiós telemetrián, telefonvonalon, optikai kábelon

vagy akár egyszerű soros vonalon keresztül. Esetünkben az adatokat egy Wizard típusú multiplexer és egy Racal-Milgo MPS48 modem készíti elő a rádiós továbbításra, ami 4800 baud sebességgel képes az adatsomagokat közvetíteni.

Adatközpont

Az adatok a modemen és a multiplexeren keresztül jutnak az adatközpontba, amely egy, az Adebahr Systemtechnik által készített Motorola 68030/68882 processzoros UNIX gép. Az adatközponthoz legfeljebb nyolc terepi adatgyűjtő kapcsolódhat.

Az adatgyűjtők által küldött adatok a merevlemez háttértárolókra íródnak, melyek mérete akkora, hogy a legutolsó 30 nap adatait tárolni tudják, azaz a legrégebbi adatok mindig az újabbakkal íródnak felül. Annak érdekében, hogy az így letörölt adatok ne vesszenek el mindörökké, azok archiválás céljából folyamatosan az EXABYTE mágnesszalagos egységre íródnak. A mágnesszalag kapacitása 2,4 GByte, ami szintén mintegy 30 napnyi folytonos adat tárolására elegendő.

A központi számítógéphez ezenkívül egy intelligens grafikus terminál (Wyse 160), printer és X.25-ös interface tartozik, mely a nemzetközi kommunikációs hálózatokhoz való kapcsolódást szolgálja.

A Szeizmológiai Observatóriumban található PC-k egy lokális Ethernet hálózaton keresztül kapcsolódnak az adatközpontoz.

Az állomást vezérlő software

A digitális szeizmológiai állomás működését a központi gépen a UNIX operációs rendszer alatt futó Data Request Manager (DRM) program vezérli. Ez a következő funkciókat látja el:

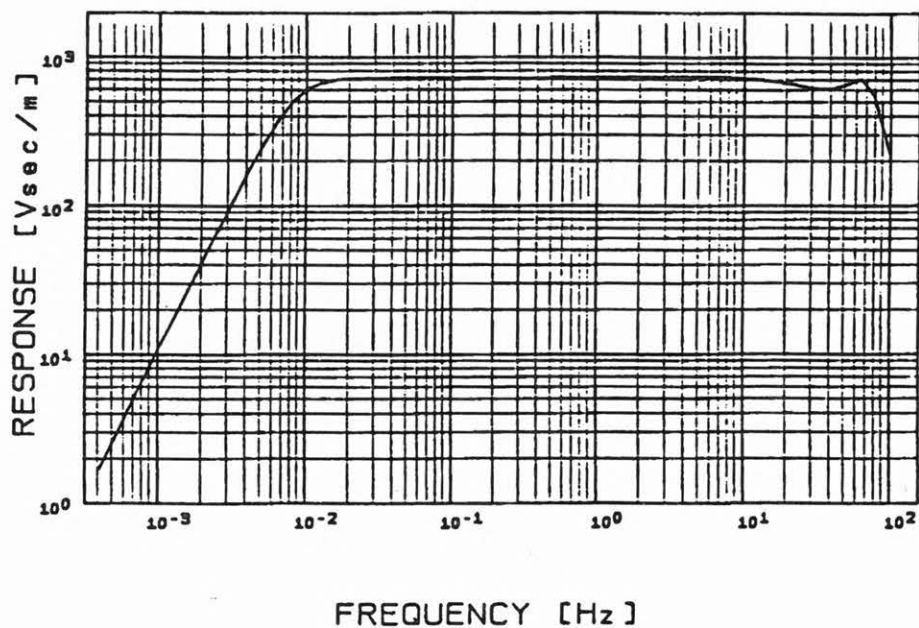
- kommunikáció az adatközpont és a terepi adatgyűjtő(k) között;
- az adatok begyűjtése, osztályozása, tárolása és archiválása;
- a rendszer állapotának folytonos ellenőrzése;
- interaktív felhasználói felület biztosítása;
- kapcsolattartás a külvilággal az X.25-ös linken keresztül (felhasználói bejelentkezések, elektronikus levelezés és adattovábbítás a nemzetközi számítógépes hálózatokon keresztül).

Az első három funkciót a program automatikusan, minden felhasználói beavatkozás nélkül hajtja végre. A program folyamatosan lekéri az adatokat a terepi adatgyűjtőtől, ellenőrzi azok minőségét, és ha egy adott adatsomag hibásan érkezett, azt jelzi a terepi adatgyűjtőnek, ami újra elküldi az adatsomagot. A kommunikáció úgy van megszervezve, hogy az esetleges kommunikációs hibák miatti adatvesztés minimális legyen.

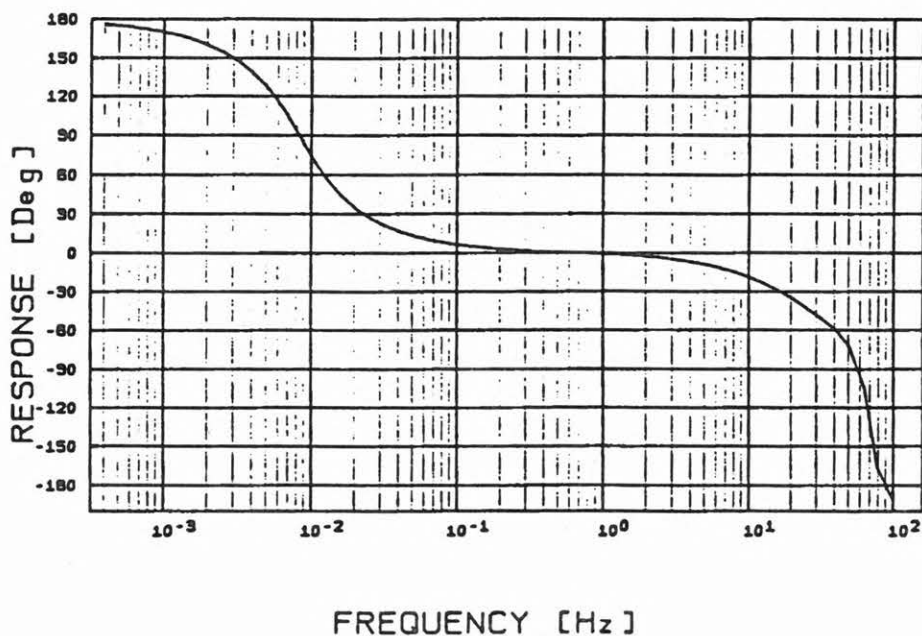
Az így összegyűjtött adatok ezután osztályozásra (folytonos LP, VBB és VSP adatok, detektált események, illetve leíró információk) kerülnek, majd pedig tömörített formában a merevlemez háttértárolóra íródnak, illetve az EXABYTE szalagegységen archiválódnak.

Az interaktív felhasználói felület egy menüvezérelt rendszert jelent, amely lehetővé teszi a terepi

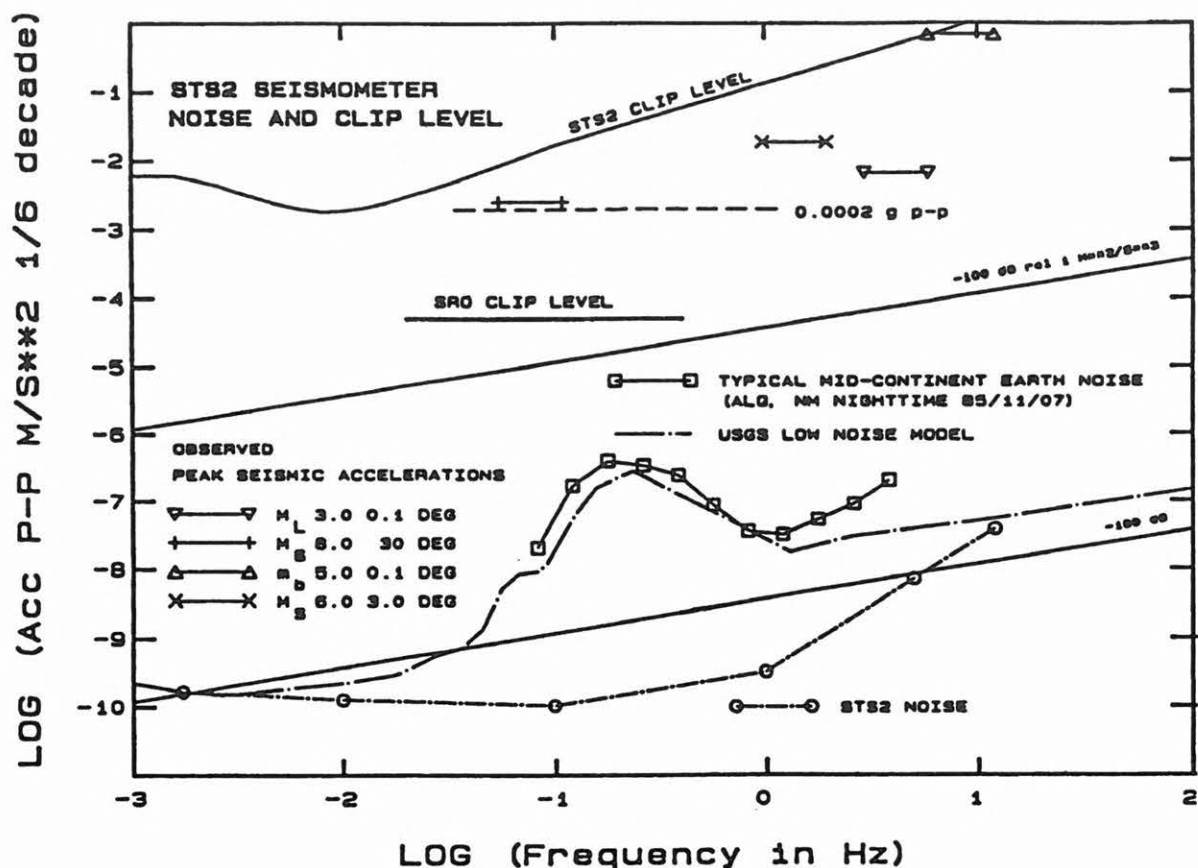
STS2 VELOCITY RESPONSE



STS2 PHASE RESPONSE



2. ábra. Az STS-2 szeizmométer átviteli függvénye
Fig. 2. Transfer function of the STS-2 seismometer



3. ábra. Az STS-2 szeizmométer zaj- és levágási szintje
Fig. 3. Noise and clip level of the STS-2 seismometer

DRM - DATA REQUEST MANAGER			
Inst.:	BGR	Help=?	
Release:	Version 1.11	Quit=TAB	
Status:	Superuser	Intr=	
User:	adm_psz	Logged in since:	
System:	hu07psz R3V7 920329 M68030	ID: 0	Wed Nov 4 12:15:36 1992 UTC
Configuration	1	Batch-Files	2
Status	3	Available Data	4
Detections	5	List Files	6
Directory	7	Extract Data	8
Mail	9	Bulletin	10
Shell-escape	11	User Names	12
Who is logged in	13	Set my password	14
Dial out	15	Tape Control	16
Delete private Files. 17		Graphic Display	18
Communicate with DA.. 19		Show FIR-Filters	20
File Transfer	21	Type Files	22
Remote Polling	23	Monitor Stream	24
UTC: 11/04/92 13:07	Command: >01<		

4. ábra. A DRM program főmenüje
Fig. 4. Main menu of the DRM program

adatgyűjtőkön valós időben futó program paramétereinek az adatközpontból történő módosítását, a rendszer mindenkor állapotának lekérdezését, az EXABYTE szalagok kezelését, az adatgyűjtők által detektált események listázását és annak lekérdezését, hogy milyen időintervallumokban állnak rendelkezésre folytonos adatok, az események, illetve folytonos adatok szűrését, újrastartótelelezését, grafikusan történő megjelenítését vagy a felhasználó saját alkönyvtárába történő elmentését a későbbi feldolgozás érdekében SEED vagy GSE formátumban, valamint az elektronikus levelezés lebonyolítását és a távoli hostokhoz történő bejelentkezést és adatok továbbítását a két host között.

A 4. ábrán a rendszeradminisztrátor rendelkezésre álló főmenü látható. A program természetesen a rendszer biztonságos működése érdekében a rendszeradminisztrátor által bejegyzett normál felhasználóknak, illetve a guest-ként bejelentkezetteknek az ábrán láthatónál kevesebb opciót kínál fel.

A fentiekben vázolt software az úgynevezett *nyílt rendszer* (open station) koncepciót valósítja meg. Ez annyit jelent, hogy bárki, aki rendelkezik a szükséges hardware és software eszközökkel, az X.25-ön keresztül minden előzetes engedélyezés nélkül bejelentkezhet a rendszerbe, és használhatja az ott futó interaktív programot, azaz szabadon hozzáférhet az ott tárolt adatokhoz. (Érdeklődő olvasóink kedvéért közöljük állomásunk X.25-ös hívószámát: 280197.)

Továbbá, a digitális állomás on-line kapcsolatban áll a német regionális szeizmológiai hálózat (GRSN) állomásaival, melyek mindegyikét a fent leírt DRM program vezérli. A hálózat bármely állomása lekértheti a többi állomás adatait. A GRSN állomásait az 5. ábra mutatja [GSE/FRG 1991]. A feltüntetett ál-

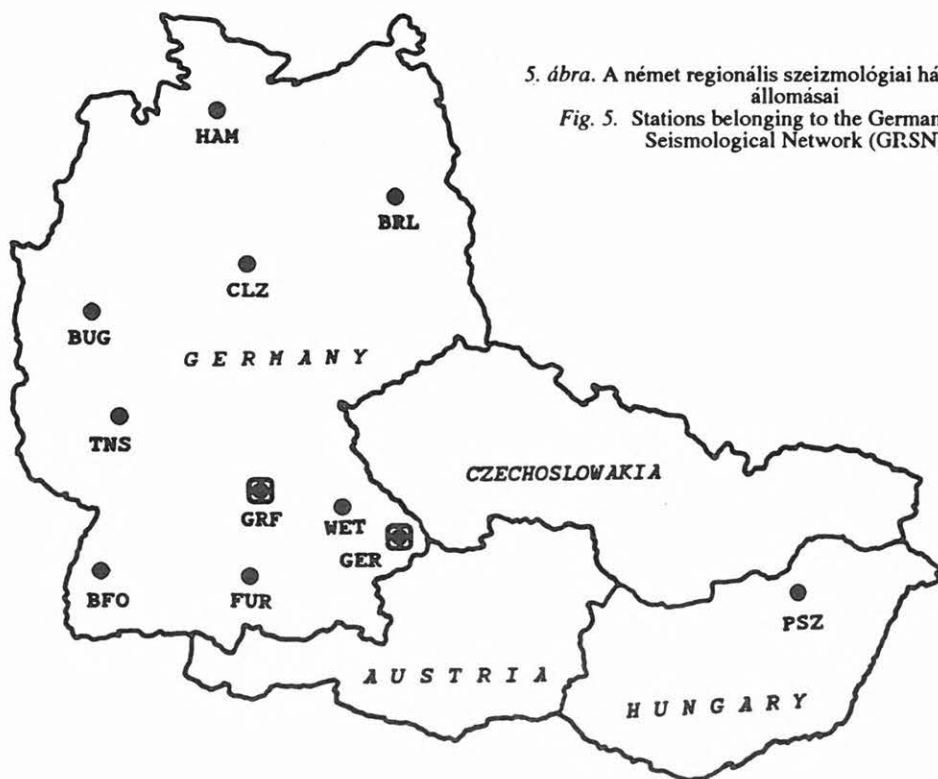
lomásokon kívül a közeljövőben még további három állomás lép működésbe az új keleti tartományok (néhai NDK) területén.

Példák

A szeizmológiai állomások észlelési képességét, azt, hogy milyen kicsi eseményeket képesek még regisztrálni, a műszerek saját zaja és a mérőhelyen jelenlévő háttérzaj határozza meg. Amint az a 3. ábrán is látható, a piszkástetői állomáson alkalmazott STS-2 szeizmómeter saját zaja több nagyságrenddel alatta van a tipikus kontinentális háttérzaj szintjének, még az *USGS Low Noise Model* szintnél is alacsonyabb. Ily módon az észlelési küszöböt egyedül a háttérzaj szintje határozza meg.

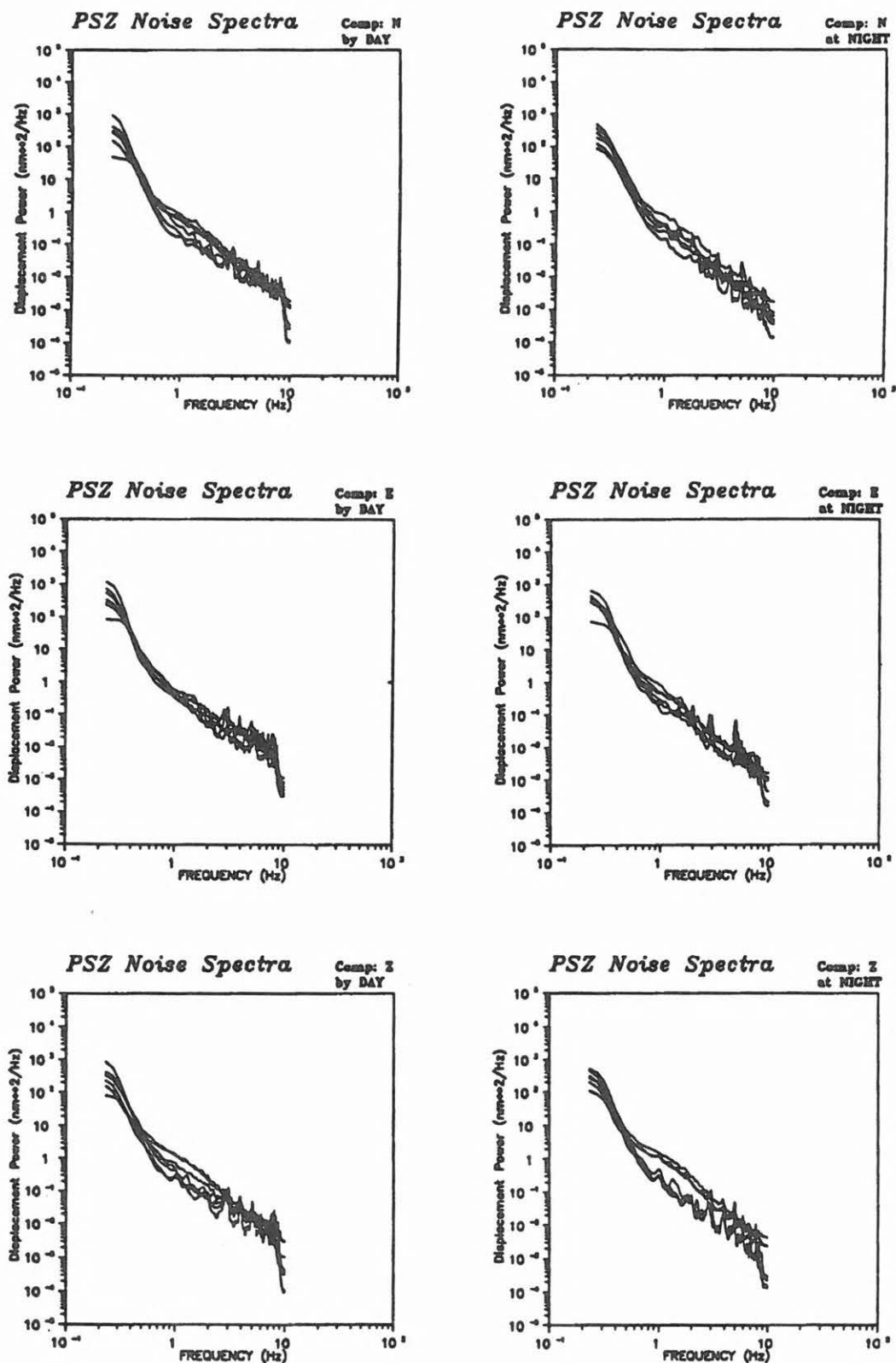
A háttérzaj jellemzésére meghatároztuk a zaj spektrumát, a nemzetközi normák szerint a különböző komponensekre. Mivel általában az éjszakai és a nappali zajszt — éppen a helyi közlekedés és ipari tevékenység miatt — különbözik, a spektrumokat külön-külön ábrázoltuk (6. ábra). Összehasonlítva a nemzetközi hálózat más szeizmológiai állomásaival [GSE/US/81 1992] megállapítható, hogy a piszkástetői állomás néhány kivételes adottságú helytől tekintve (Norvégia, Kanada) a jó adottságú, alacsony háttérzajjal rendelkező állomások közé tartozik.

Végül bemutatunk néhány eseményt, ahogy azt a piszkástetői szeizmológiai állomás „látta”. A 7. ábra egy Dunaharaszti környezetében kipattant igen kis rengést — $M_L=1,2$ — mutat, mely nem érte el az érzékettség határát és az eddigi szeizmológiai hálózat számára észrevétlen maradt. A 8. ábrán egy északkelet-szlovákiai földrengés (kb. 200 km-re

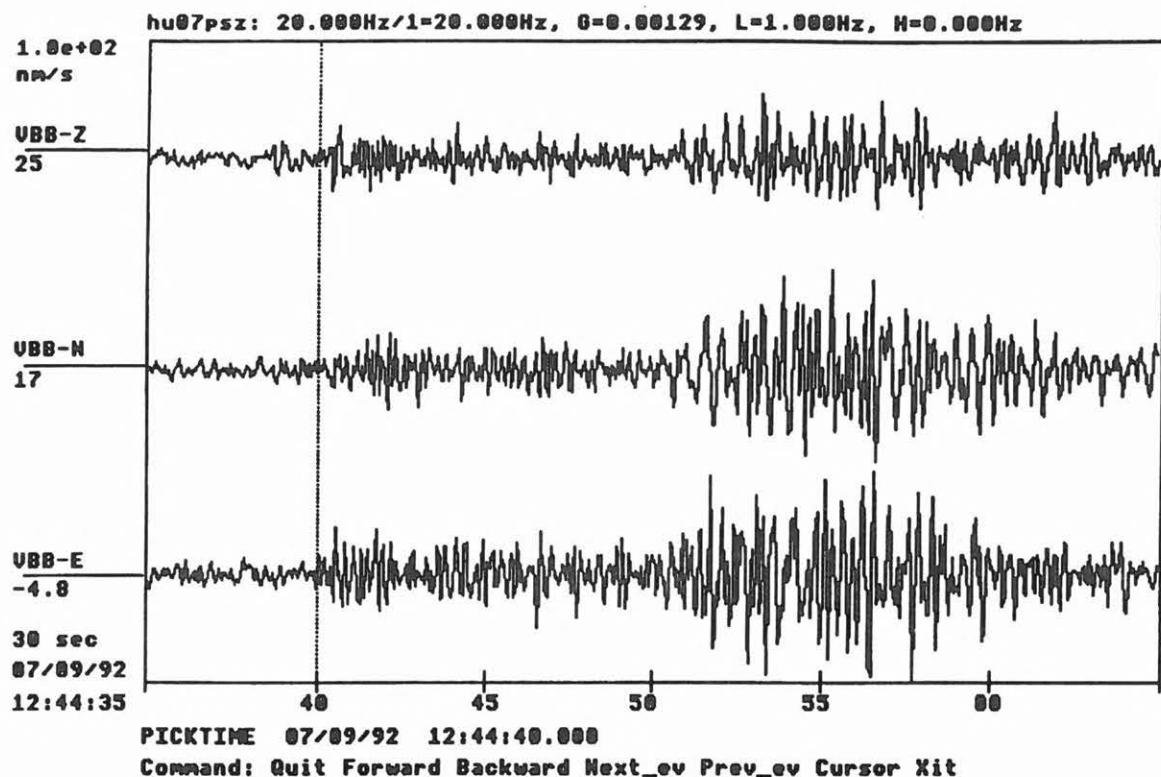


5. ábra. A német regionális szeizmológiai hálózat (GRSN) állomásai

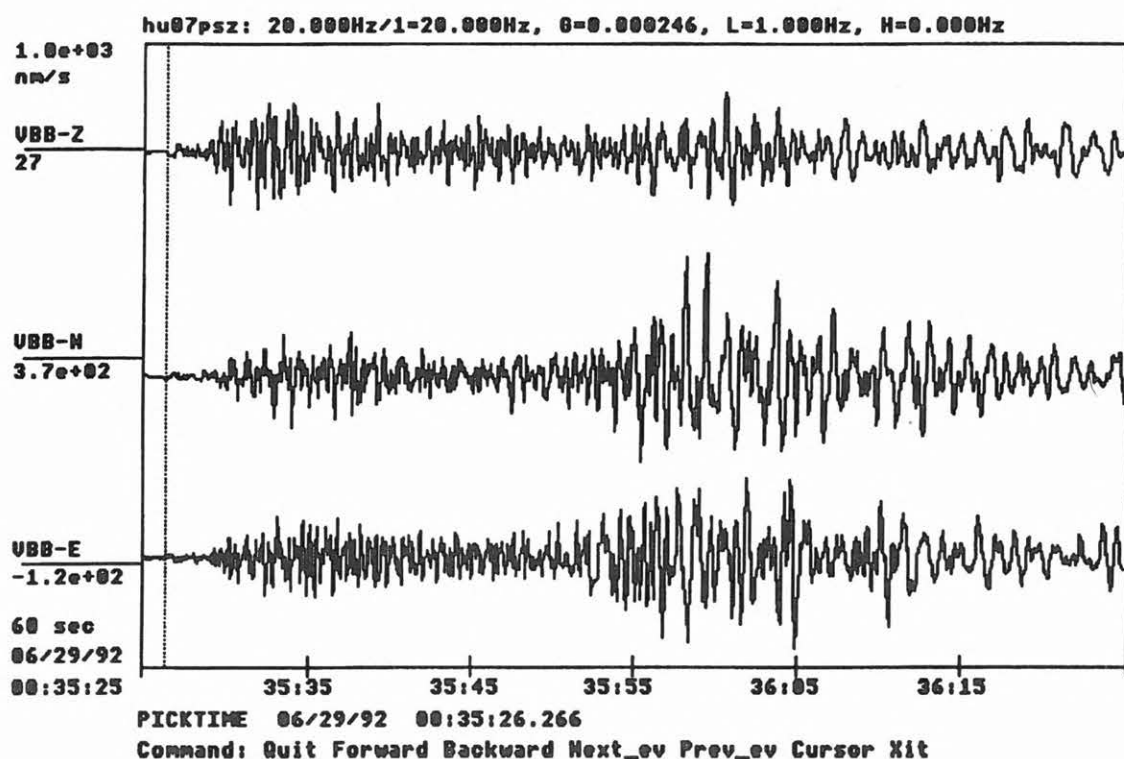
Fig. 5. Stations belonging to the German Regional Seismological Network (GRSN)



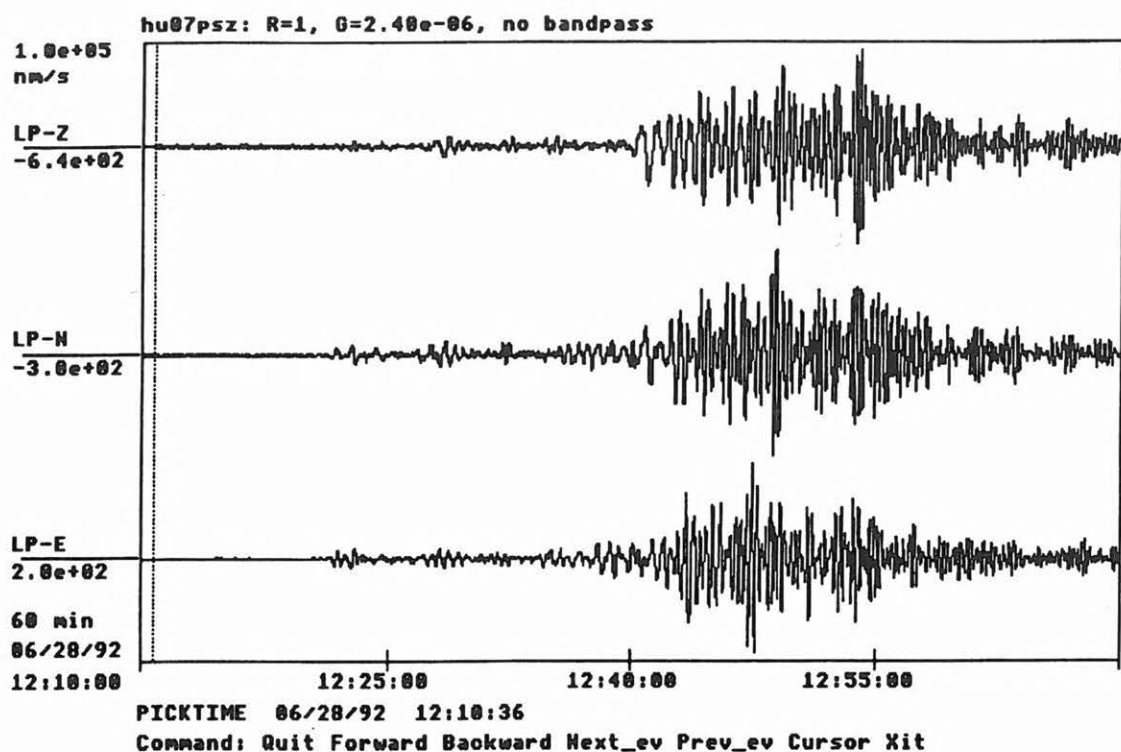
6. ábra. A piszkéstetői állomás zajspektruma. Az ábra 1992. májusában 7 különböző napon (éjszaka és nappal) vett 205 s hosszú minták alapján készült
 Fig. 6. Broad-band noise spectra from station PSZ. Spectra from 7 different days (by day and at night) in May 1992 are shown. Each sample was 205 seconds in length



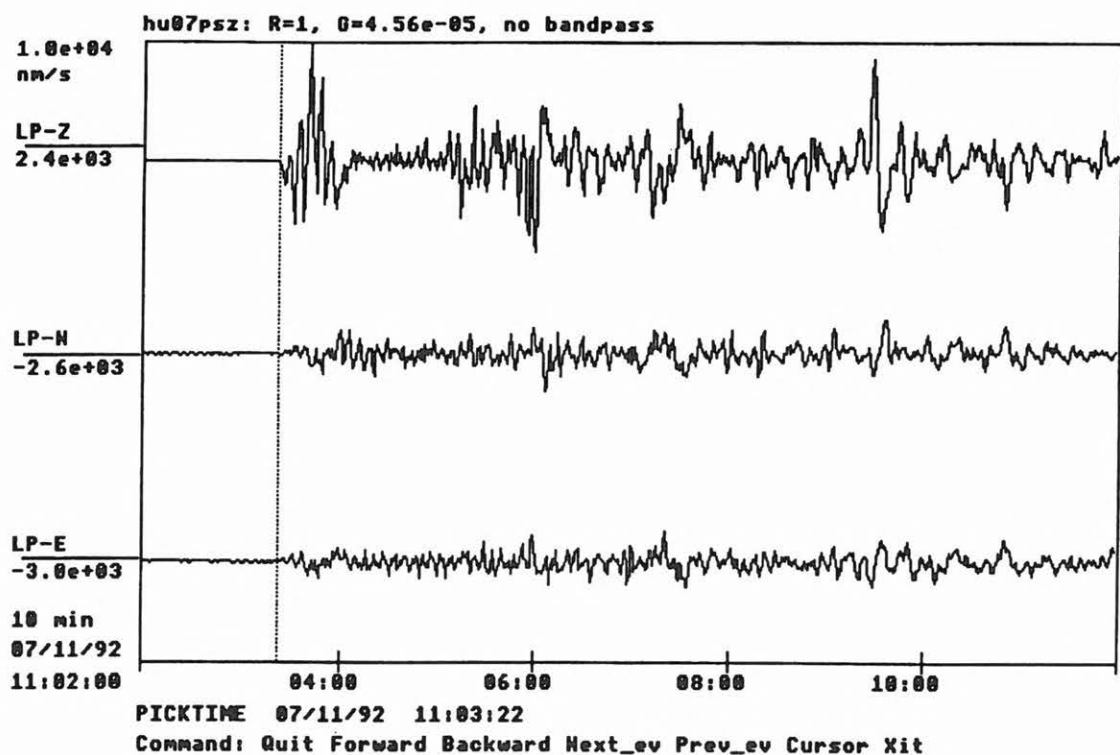
7. ábra. Dunaharaszti környékén kipattant mikrorengés, $M_L=1.2$
Fig. 7. Recorded local event from Dunaharaszti (south from Budapest), $M_L=1.2$



8. ábra. Érezhető kisebb rengés ($M_L=3.2$) Északkelet-Szlovákiában, kb. 200 km távolságra Píszkéstetőtől
Fig. 8. $M_L=3.2$ event from NE Slovakia as seen at PSZ



9. ábra. Kaliforniai földrengés hosszúperiódusú szeizmogramja Piskésetőn
Fig. 9. Long period seismic wavetrain from California



10. ábra. A Fiji szigeteken kipattant rengés hullámai a Föld magján áthaladva érik el a piskésetői érzékelőt (PKP hullámok)
Fig. 10. Strong PKP arrival from Fiji Islands

Piszkéstetőtől) szeizmogramja látható, mely az epicentrum környékén gyengén érezhető is volt. A 9. ábra egy távoli, nagy rengés (Kaliforniából) hosszúperódusú szeizmogramját mutatja, a 10. ábrán pedig a Föld magján áthaladó PKP hullámra látunk példát.

Összefoglalás

Az új piszkéstetői szélessávú digitális szeizmológiai állomás adatbázisa nyitott, bárki számára on-line elérhető. A csomagkapcsolt X.25 hálózaton keresztül, a 280197 számon automatikus *login*: promptot kapunk, melyre *guest* válasszal minden további jelszó ismerete nélkül beléphetünk a rendszerbe. A további két kérdés egyike a kívánt terminál emulációra (általában VT-100 megfelel), a másika pedig arra vonatkozik, hogy menüből akarjuk-e használni a DRM-et (kezdők mindenképpen „Y”-t válasszanak). Ezután a felajánlott szolgáltatások közül választhatunk.

HIVATKOZÁSOK

- GSE/*Federal Republic of Germany*/39 1991: Lessons Learnt from GSETT-2, Technical Presentation at the 32nd Session of the GSE, Palais des Nations, Geneva, August 7, 1991.
- GSE/*United States Delegation*/81 1992: Evaluation of Station and National Data Center Reporting During the GSETT-2 Full-Scale Technical Test, April 22 - June 9, 1991
- MURDOCK J. N. and HUTT C. R. 1983: A new event detector designed for the Seismic Research Observatories, US Dept. of the Interior Geophysical Survey, Open-file Report 83-785, Albuquerque, New Mexico
- STRECKEISEN A. 1991: Portable Very-Broad-Band Triaxial Seismometer, STS-2 Manual
- SZÁDECZKY Gy. 1991: Nagy pontosságú szeizmográf leendő helyének geodéziai bemérése, Kézirat

Telemetrikus szeizmikus műszerfejlesztés¹

SZÉP FERENC²

A szeizmikus adatgyűjtők két alapvető feladata:

- figyelőrendszerekben a természetes talajmozgások érzékelése és rögzítése;
- szeizmikus méréseknél mesterséges rezgéskeltés eredményeként létrejövő rezgések érzékelése és rögzítése.

A két feladat hasonló felépítésű adatgyűjtő berendezést igényel, de az érzékelt jelek frekvencia-tartománya és dinamikája eltérő.

Szeizmikus mérések esetén ezeknek a jeleknek a frekvenciatartománya néhány Hz-től néhány száz Hz-ig, dinamikataromány 120–140 dB-ig terjed, míg a figyelőrendszerekénél 0,01 Hz-től néhány száz 10 Hz-ig terjed, s az erősítés dinamikataromány is kisebb.

A nagy felbontóképességű szeizmikus berendezések közül a telemetrikus berendezések a legfejlettebbek.

A telemetrikus rendszerek a hagyományos nagyberendezések alapvető specifikációit (dinamikataromány, frekvenciatartomány, zaj stb) megőrizve, a csatornaszám többszörözését biztosítják.

Az ELGI is kifejlesztette telemetrikus adatgyűjtő rendszerét. A STAR-960 berendezés alapvető specifikációi megegyeznek a legfejlettebb berendezésekével.

F. SZÉP: Development of a Telemetric Seismic Equipment

The tasks of a collector of seismic data — the so called telemetric seismic equipments — are two fold:

- sensation and registration of natural particle displacements of soil within a system of observation;
- sensation and registration of seismic disturbances at the case of seismic measurements.

The above mentioned two requirements can be fulfilled by instruments having nearly the same frequency and dynamic characteristics.

At the case of seismic measurements the frequency ranges of signals are 5–200 Hz wide and the dynamic range is 120–140 dB while the signal of observation systems of ground movements has 0.01 Hz to 10 Hz wide range in frequency and the dynamic range is much fewer than before.

Within the series of hightech seismic equipments the telemetric ones are the most modern instruments.

The telemetric systems provide several times greater quantity of channels as the traditional ones preserving the data of main specification (such as characteristics of dynamic, frequency, noise etc.).

The ELGI has developed its own STAR-960 telemetric system. The basic data of its specification are the same as those of the most modern equipments.

Bevezetés

A számítógépek elterjedése a geofizika, ezen belül is elsősorban a szeizmika figyelmét a gépi adatfeldolgozásban rejlő lehetőségekre irányította.

A szeizmikus adatgyűjtő berendezések fejlesztésében a legjelentősebb eredmények a terepre vihető kisszámítógépekhez, ill. a digitális technika alkalmazásához kötődnek. A digitális adatokat előállító analóg-digitál konverter és az ezeket rögzítő digitális magnetofon mellett a digitális erősítésszabályozás a másik nagy jelentőségű lépés az új technika alkalmazásában. Ezek a berendezések a számítóközpontokban közvetlenül feldolgozható felvételeket készítettek. A műszaki háttérrel a digitális technika és a számítógépek fejlődéséhez az integrált áramkörök rohamos, a mai napig töretlen fejlődése biztosítja.

A kisszámítógépek, mikroprocesszorok alkalmazása a felvétel szervezési, vezérlési funkciók ellátása mellett főleg a berendezések tesztelésében és műkö-

désük automatizálásában hozott előrelépést. Lehetővé tették olyan adatgyűjtő berendezések kialakítását, amelyeknél a technikai lehetőségeket rugalmasan, programok segítségével lehet kihasználni.

A számítógépek alkalmazása a szeizmikus berendezések egyes egységeit perifériaként kezelő rendszereket hozott létre. Így elválasztotta az adatgyűjtési funkciókat végző részeket a számítógép által átvett szervezési, tesztelési feladatokról. A kisszámítógépes rendszerekben perifériává vált a digitális magnetofon és az egyidejű megjelenítést végző regisztráló készülék is.

A kisszámítógépes műszerek felépítése, a kiépült perifériarendszer már magában foglalta azt a lehetőséget, hogy az adatgyűjtő egységet, vagy annak egyes részeit a központi egységtől elválasztva, a műszerkocsiból kiemelve, közvetlenül a terepen elhelyezett érzékelőkhöz kapcsolják. Ez a lépés, az adatgyűjtő egység kihelyezése, egy újabb, az ún. telemetrikus adatgyűjtő rendszer létrehozását jelentette. A változást elsősorban a háromdimenziós (3-D) terepi felvételezés igénye szabta meg, amely a bonyolult kábelrendszer megváltoztatását követelte.

A csatornaszám növelésének a legfőbb akadályává ugyanis a kábel vált. A maximálisan elérhető

¹ A 21. Geofizikai Vándorgyűlésen 1992. 09. 04-én elhangzott előadás

² Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

100-200 érpár nem elégítette ki a csatornaszám nagymértékű növelése iránt jelentkező igényt.

A telemetrikus rendszerek a hagyományos nagyberendezések alapvető specifikációit (dinamikataromány, frekvenciatartomány, zaj stb.) megőrizve, azok csatornaszámának többszörösét biztosítják.

A telemetrikus műszerfejlesztésben tevékenyen részt vettek a TEXAS INSTRUMENTS, a GEO-SOURCE, az INPUT OUTPUT és a SERCEL műsergyártó világcégek.

Az ELGI is kifejlesztette telemetrikus adatgyűjtő rendszerét. A Szeizmikus Terepi Adatgyűjtő Rendszer (STAR-960) alapvető specifikációi megegyeznek a világcégek által gyártott műszerekével. 4 terepi vonal egyidejű kezelésével 960 csatorna jelének rögzítésére képes berendezés készült el.

A telemetrikus rendszerek két élesen elhatárolható részből épülnek fel:

1. KÖZPONTI EGYSÉG: ezt rendszerint egy műszerkabinban helyezik el, ahol a légkondicionálás szinte laboratóriumi körülményeket biztosít;

2. ADATGYŰJTŐ EGYSÉG: terítésben kihelyezett dobozok (boxok), amelyeknél a működési körülmények, és maga az adatgyűjtési rendszer is új követelmények kielégítését igénylik így:

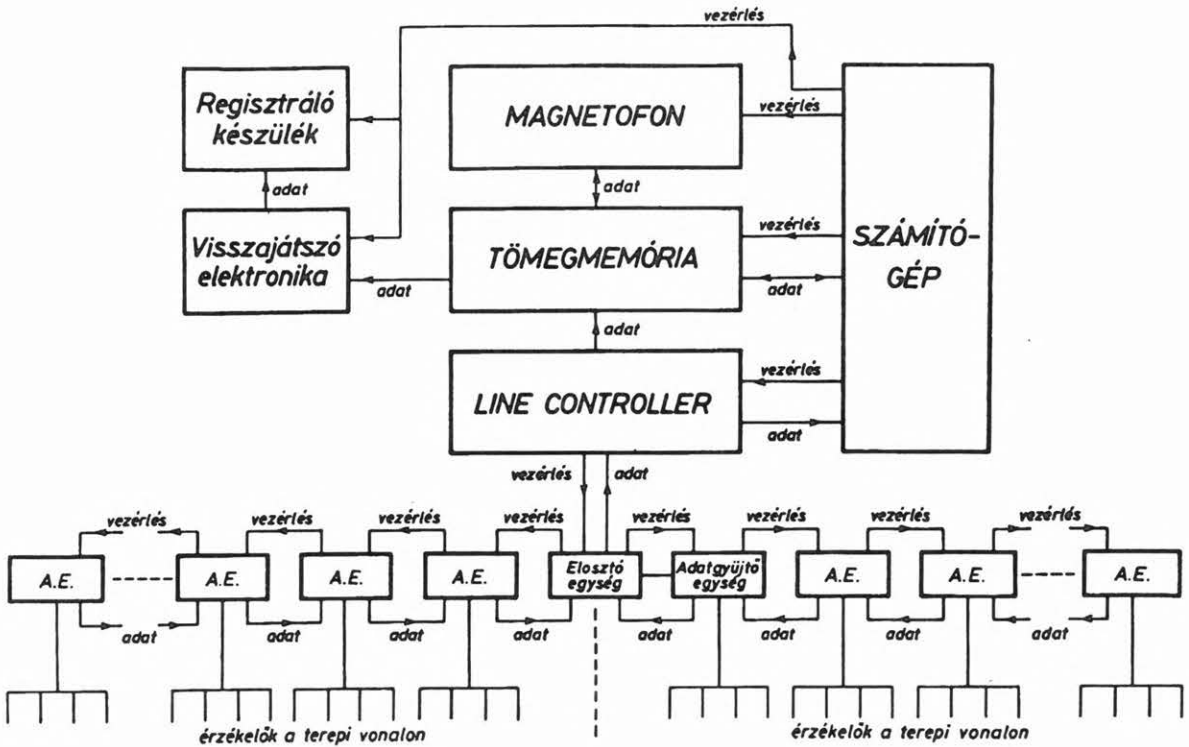
- a) széles működési hőmérséklet tartományt tűrő, légmentesen zárt műszerdoboz (box);
- b) az energiaellátás;
- c) a digitális adatátvitel;
- d) súly, méret, mechanikai szilárdság.

A központi egység

A telemetrikus rendszerek központi egysége (CPU) általában egy professzionális kisszámítógép. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy a programozási, bővítési igények részben eleve megoldottak, a piacról beszerezhetők. A Szeizmikus Terepi Adatgyűjtő Rendszerben (STAR-960) is ebből a megfontolásból épül a Központi Egység az IBM AT rendszerű számítógépre (1. ábra).

Az adatrögzítés eddig általánosan használt eszköze a speciális digitális magnetofon volt. Ezekkel a felírási sűrűség, valamint a szalagsebesség kombinálásával, az adatgyűjtő által a különböző csatornaszámokhoz és mintavételi időkhöz tartozó adatsebességhez alkalmazkodva egyidejű felvételeket készítenek.

A mai rendszerekben a variációs lehetőségek nagy száma miatt a fenti megoldás nem alkalmazható, ezért az adatok közbeni tárolása vált általánossá. Erre nagy kapacitású tömegmemóriát használnak, s ebből a megfelelő sebességgel kiolvasva kerül a felvétel a mágnesszalagra. A memória a számítógépen belül és kívül is lehet. A legtöbb géptípushoz, így az STAR-960 rendszerben használt AT gépéhez is, kaphatók nagykapacitású memóriakártyák. Ennek a megoldásnak az előnye, hogy a számítógép programrendszere tartalmazza a memóriatesztet, és a gép dinamikus memória esetén elvégzi az adatfrissítést is. A gépen kívül elhelyezett memória esetén meg



TELEMETRIKUS ADATGYŰJTÉS VÁZLATA

1. ábra. Az ELGI STAR-960 telemetrikus adatgyűjtő rendszerének felépítése
Fig 1. The sketch of structure of ELGI's STAR-960 telemetric seismic system

kell oldani a memória tesztelését és az adatfrissítést, viszont az adatforgalom nem ütközik a gép korlátaiba, megoldható a felvételek egyidejű rögzítése is, lerövidíthető a felvételek közötti idő.

A STAR-960 rendszerében mindkét megoldás alkalmazható, jelenleg a külső memóriás változatot használjuk.

Ma, a gyakorlatban, az előzőek értelmében az egyszerűbb 9 sávos magnetofonokat használják. A STAR-960 rendszerében is ilyen, 6250 bpi felírási sűrűsége képes eszköz szolgál a jelrögzítésre, amely a tömegmemóriából hívja le az adatokat.

A szeizmogramok közvetlen megjelenítésére a modern műszerekben szinte kizárólag elektrosztatikus regisztrálókat használnak. Ezek 100, esetleg 200 csatornás szeizmogramokat készítenek. A korszerűbbek számítógépes buszokhoz csatlakoztathatók, szűrési és egyéb variációs lehetőségeket is kínálnak. A felvételek teljes dinamikájának megjelenítésére a központi egységekben a terepi visszajátszók erősítés szabályozási lehetőségeket tartalmaznak, ezek különböző kezdeti, ill. szabályozási feltételek variálásával lehetővé teszik a szeizmogramok sokoldalú vizsgálatát, megjelenítését. A berendezések egyaránt képesek a mágnesszalagos egységről vagy a tömegmemóriából visszajátszani a felvételeket. Jelenleg a 100 csatornás átalakított ERG 21 készüléket használjuk a szeizmogramok egyidejű megjelenítésére, de bármely más, a piacon beszerezhető készülék is illeszthető.

A rezgéskeltéssel kapcsolatos feladatok egy részét is a központi egység látja el.

A robbantási parancsot a központi egység rendszerint rádiókapcsolaton keresztül adja ki a robbantómesternek (készüléknek), aki, ill. ami végrehajtja a robbantást és visszajelzést ad, amelyet a központi egység észlel és a felvétel megfelelő helyén rögzít. A STAR-960-ban az I/O általánosan elterjedt lövési rendszerét használjuk, természetesen egyéb megoldások is alkalmazhatók.

Meghatározott frekvenciamenetű (vibrátor) jellel történő rezgéskeltés esetén az indítójelet szintén a központi egység adja ki, és azt a felvételen rögzíti az azonos idejű (in-line) korreláció, vagy a későbbi feldolgozás céljára.

A terítéssel való kapcsolattartást a vonallelenőrző (LINE CONTROLLER, továbbiakban LC) egység teszi lehetővé. Ennek az egységnek két alapvető funkciója van, úgymint:

- vezérli és paraméterekkel látja el a terítésben lévő dobozokat (boxokat);
- fogadja és egy mintavételnél ideig tárolja a terepi vonalak adatait, majd továbbítja ezeket a tömegmemóriába.

Az LC az előzőeken kívül egyéb funkciókat is ellát, így pl. mintavételi parancsokat ad ki a terítésre, az átmeneti tárban az összegzési és hiányos (gap) szakaszokat figyelembe véve rendezi az adatokat. Az LC egy vagy több processzort is tartalmazhat, ezek segítségével önálló tesztelésre, a terítések ellenőrzésére is képes lehet.

A STAR-960 berendezés a programrendszert egy monitoron, menübe rendezve jeleníti meg. Ebben a menüben áttekinthetően mozoghat a kezelő a működtető, vagy beállító programok között, a lépések, változások szemléletesen nyomon követhetők.

A menü felépítését, kezelését a mellékelt képeken szemléltettük (2 a-b-c. ábrák).

A STAR-960 programrendszerének főbb lépéseit csak vázlatosan foglaljuk össze.

A *paraméterek és üzemmódok beállítása*: ezzel beállíthatók a terepi vonalak dobozainak (boxainak) és az LC-nek a paraméterei, a rendszer üzemmódja és a magnetofon illesztése (2a. és 3. ábrák).

Ellenőrző (teszt) rendszer:

- ellenőrzi a tömegmemóriát, a magnetofont és az LC-t; felméri a terepi vonalakra telepített dobozokat (boxokat), ezek helyzetét, felcímezi a terítést és ellenőrző felvételeket készít;
- ellenőrzi a boxok tápfeszültségeit, hőmérsékletét, az esetleges páralecsapódást;
- méri az egyes mérőpontokra kapcsolt érzékelők szigetelését és ellenállását;
- elemzi és megméri a boxok belső zajfeszültségét, és a terepi vonal zajszintjét;
- ellenőrzi és szükség esetén korrigálja a csatornák távolságát (2b. ábra);

Felvételi program: szabványos szeizmikus felvételeket készít menüben meghatározható beállításokkal. A szükséges változtatásokat a program a beállított paraméterek szerint hajtja végre (2a. ábra).

Visszajátszási program: lehetővé teszi a felvételek regisztrálón való megjelenítését közvetlenül a memóriából vagy a mágnesszalagról. A visszajátszás paraméterei is a menüből állíthatók be (2c. ábra).

Adatforgalom

Az adatforgalom a terítés és a központi egység között is új feladat a hagyományos fellelvő rendszerekhez képest, amelyekben a mérőpontok számának megfelelő érpáron kisméretű analóg (feszültség) jel érkezik a műszerkabinhoz. A telemetrikus rendszerekben ez a jel mintavételezett (digitális) információ. A kapcsolat kétirányú. Egyik irányban a vezérlőjelek eljuttatják a boxokhoz a beállításra szolgáló paramétereket és a működést vezérlő parancsokat.

A másik irányban a boxok adatait kell továbbítani a központi egységbe, közelebről az LC-be.

A STAR-960 rendszerben 8 darab 16 bites szóval az összes paraméter és parancs közölhető a boxokkal.

Ez azonban szoros követelményeket támaszt az adatforgalom rendszerével szemben. Rendszerünkben egy csatorna egy adata 18 bit, vagyis 240 csatorna esetén: 4,32 Kbit információ.

Ha ezt az információt mennyiséget soros adatként egy kábelon akarjuk átvinni, akkor 2 ms mintavétel esetén egy bit átvitelére jutó idő: 0,46 μ s.

Vagyis az ennek megfelelően nagyobb átviteli frekvenciára van szükség. Ezért a STAR-960 rendszerben 4 MHz frekvenciát használtunk az adatátvitelre.

Az átvitel eszköze, hasonlóan a legtöbb rendszerhez, kábeles összeköttetés. A kábelrendszer a boxok távolságának megfelelő 100, 200 vagy 400 m szakaszokból áll. A kábel köteg az adatátvitelre szolgáló koaxiális kábel mellett a mérőpontok jelét a boxokhoz továbbító érpárokat is tartalmaz.

Rendszerünkben ugyanazon a kábelon történik a boxok vezérlése, és a boxoktól a központi egységhez az adattovábbítás.

berendezésekben széles skálán, 1 és 12 között mozog. Ezért további megfontolások is szükségesek.

Az egycsatornás doboz fogyasztása a legkisebb, akkumulátoros táplálás esetén így lehet a leghosszabb működési időt biztosítani, vezetékes táplálás esetén pedig a legkisebb a szállítandó energia, viszont az *összcsatornaszámra számított energiaigény ekkor a legnagyobb*.

Nagy csatornaszám esetén egy box nagy áramforrást igényel, ez súly- és méretproblémákat is okoz. A terepi működési körülményeket figyelembe véve olyan megoldás célszerű, amely legalább egy napi, vagyis 10–12 órás folyamatos üzemet biztosít (Pl. 12 V táplálás esetén 450 mA áramfelvételnél egy 6,5 Ah kapacitású akkumulátor 12 órás üzemet biztosít).

A szükséges áramköri sebességek és a boxok csatornaszám közötti viszony szoros összefüggés van. Ha a legkisebb szükséges mintavételi idő 0,5 ms, akkor egycsatornás box esetén az erősítésszabályozásra és az A/D konverzióra csaknem 500 μ s idő jut. Ez lassú, de kisfogyasztású áramkörök alkalmazását teszi lehetővé. Négycsatornás box esetén az egy csatornára jutó szabályozási és átalakítási idő kb. 100–120 μ s, ez még nem igényel nagy működési sebességet, tehát fogyasztás szempontjából kedvező megoldás.

A kábelrendszer szempontjából a legelőnyösebb az egycsatornás box. Az érzékelők külön kábel nélkül csatlakozhatnak a boxok analóg bemenetére. A 8 és 12 csatornás boxok esetén már kissé bonyolult a két box közötti kábel, nagyobb mérőpont távolság esetén jelfrissítésre is szükség lehet. A mérőpontokat a boxokhoz vezető kábel hossza is viszonylag nagy, így zavarérzékenyebb a rendszer. A 4 csatornás box ebből a szempontból is kedvező kompromisszum. A jelátvitel megoldható közbenső erősítés nélkül, 50 méteres mérőpont távolság esetén a maximális kábelhossz 75 méter a box és a mérőpont között. A két boxot összekötő kábel súlya és mérete még könnyen kezelhető.

E megfontolások alapján a STAR-960 rendszerben terepi adatgyűjtő egység 4 csatornás kivitelű, természetesen a hozzá készített kábelrendszer tartalmazza az 50 méteres mérőpont távolságnak megfelelő csatlakozási lehetőségeket is.

Nagyon fontos jellemzője a boxoknak a működési hőmérséklettartomány. A hagyományos nagyberendezéseknél a környezeti feltételeket szinte korlátlanul enyhítette a fűthető, ill. hűthető műszerkabin. Ezért a működési követelményeket a kommersz, 0 °C és 50 °C között működő elemek is kielégítették. A terepi körülmények közé kihelyezett dobozokkal szemben elsősorban negatív hőmérsékleti irányban nőttek a követelmények. A mérsékelt égövi követelményeket kielégíti a -25 °C és +65 °C között működő egység. Ezt a követelményt még viszonylag olcsó, könnyen beszerezhető elemekkel ki lehet elégíteni. A -40 °C esetleg -50 °C foktól működő boxok már különleges áramkörök beépítését igénylik, s ez csak jelentős költségtöbblet árán elégíthető ki.

A széles működési hőmérséklettartomány nemcsak az áramkörökkel szemben támaszt követelményeket, de a kábelrendszerrel, a box dobozáinak anyagával, az akkumulátorral, a csatlakozókkal, a különböző tömítésekkel is.

A boxoknál figyelmet kell fordítani a páralecsapódás veszélyére is. Ez különösen veszélyeztetheti a

csatlakozókat és a nagyimpedanciájú áramköri pontokat. A legjobb védekezés a száraz meleg levegőn történő légmentes lezárás, a boxban kis szabad légter, az áramköri lapok védőolakkal való ellátása.

A telemetrikus rendszerekben érdekes újszerű probléma a terepi vonal szervezése, ami tulajdonképpen a terepi vonalakra kihelyezett boxok vezérlését, működtetését, azonosítását jelenti.

Az ELGI rendszerében az összes box azonos felépítésű, azonosító kódjukat, címüket a vonalban elfoglalt helyüknek megfelelően kapják meg, mint paramétert. Ebben a rendszerben a címzési kód megoldja az adatkiadás időzítését is. Ez a kód egy 8 bites szó, amely egy számlánc presetelésével beállítja a box adatkiadási folyamatának kezdő időpontját. Természetesen minden box esetén azonos időponthoz, a mintavételi parancs vételéhez képest.

Az elmondottaknak megfelelően a boxokban adatgyűjtéskor a következő folyamat zajlik le:

A box érzékeli a mintavételi parancsot, ekkor a kábelvezérlő áramkörök irányt váltanak, a jelek a központi egység irányába haladnak, a boxok a távolabb eső boxok jelét frissítik és továbbítják. A címkóddal beállított időben a box kiadja saját adatait a központi egységnek, ill. az LC-nek. Az adatkiadás végén a box újra irányt vált, s várja az újabb mintavételi parancsot, vagy egyéb vezérlést. Ezekből következik, hogy a legtávolabbi box adja ki először az adatokat.

A címkódot kihasználja a rendszer az adatátvitel ellenőrzésére is. A boxok egy paraméter hatására adatként a címkódot továbbítják a központi egységhez, a gép ezeket az adatokat kielemezve ellenőrzi a terítés adatátviteli rendszerét.

A telemetrikus rendszerből adódó speciális feladatok elemzése után részletesen ismertetjük az STAR-960 rendszerében használt boxot.

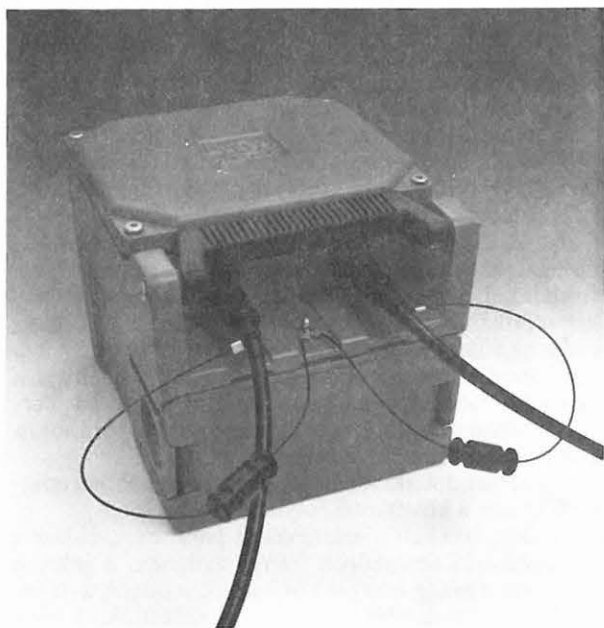
A box a mellékelt fényképen (3. ábra) látható. Az egység fontosabb mechanikai méretei:

Súly: 7,8 kg akkumulátorral együtt

Méret: 212x230x258 mm

Az egyes boxok fontosabb egységeit a következőkben írjuk le:

- kikapcsolható nagyfrekvenciás szűrő az átviteli sáv feletti határfrekvenciával, az impulzuszavarok csökkentésére;
- szimmetrikus, kis zajú, változtatható erősítésű előerősítő; pl. 18, 24, 30 vagy 36 dB erősítéssel. Az erősítések értéke más sorozatot is alkothat. A zajfeszültség kisebb 0,3 μ V-nál;
- kiiktatható kisfrekvenciás szűrő 24 dB/O meredeekséggel, változtatható (12, 15, 17, 24, 38 vagy 56 Hz) határfrekvenciával;
- kiiktatható hálózati szűrő 40 dB csillapítással;
- mintavételi (tükörfrekvencia) szűrő 72 dB/O meredeekséggel. Az egyes mintavételek és határfrekvenciák:
0,5 ms esetén 500 Hz
1 ms esetén 250 Hz
2 ms esetén 125 Hz
4 ms esetén 62,5 Hz
8 ms esetén 31,25 Hz;
- alacsony szintű multiplexer;
- digitális erősítő: 84 dB dinamikával, 12 dB lépésekben szabályoz. Úgy is vezérelhető,



3. ábra. Az ELGI 4 csatornás telemetrikus adatgyűjtő egysége (box)

Fig 3. The remote unit of ELGI for four channels

hogy a jel nagyságától függetlenül a beállított 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72 vagy 84 dB erősítéssel működjön. Az egység minden mintavételnél 3 biten, 12, 24 és 48 dB helyértékeken adja ki a pillanatnyi erősítést;

- analóg–digitál konverter: az analóg jelből vett mintát 15 bites /14 + előjel/ digitális adattá alakítja. A 3 erősítés bittel együtt egy csatorna egy mintáját 18 bit, egy box egy mintáját 72 bit adja.

A mintavételezett (digitális) jel útja az adatátviteli rendszerig:

- **adattárolás.** Az egy mintához tartozó adatok tárolására két 72 bites tároló szolgál, ezekbe mintavételenként felváltva íródik be az információ;
- **adatkiadás.** Az átmeneti tárolóba beírt adatokat a következő mintavételi időben, a címkódnak megfelelő időpontban a két 72 bites tárból felváltva, a beírással ellenütemben, soros információként továbbítja az egység a vonalmeghajtó áramkörökhöz. Ebben az egységben az adatok elé két „1” értékű bit kerül, ez az információ biztonságos felismerését szolgálja;
- **adattovábbítás.** A digitális jelek a kábelben torzulnak, a kábelek csillapítása szakaszonként 6 dB, így a jeleket frissíteni kell. Ezt a feladatot a boxokban lévő frissítő áramkörök végzik, a beérkező jeleket eredeti szintre erősítve, a jelalakot regenerálva adják tovább;
- **a boxok vezérlése.** A központi egység felől érkező soros információt a box párhuzamossá alakítja át. Az egység a vezérlést az első 3 bit által megvalósított 1 0 1 kódból ismeri fel. A

kód felismerése esetén a paramétereket a box egy memóriában tárolja, a parancsok pedig vezérlik a megfelelő áramköröket.

- **időjelrendszer.** A box időjelrendszere egy kristály oszcillátoron alapul. Ennek a frekvenciája 8,192 MHz. Az egész adatátviteli rendszer aszinkron, a magas alapfrekvencia teszi lehetővé a jelek felismerését, frissítését.

Tesztáramkörök.

- **bemeneti kapcsoló egység.** Az előerősítők bemeneteire vagy a kábel mérőpontjait, vagy egy belső tesztgenerátort kapcsol. Ez különösen a páros ill. a páratlan csatornákra is lehetséges;
- **tesztgenerátor.** A box analóg áramköreinek a vizsgálatára szolgál. Beállítható:
 - impulzusüzem
 - szinuszgenerátor
 - frekvencia: 25, 50 vagy 100 Hz
 - amplitúdó: 0; 1 μ V vagy 65 mV;
- **kábel- és feszültségteszt.** Ebben az üzemmódban a box egy felvételsorozatot készít, mely az alábbi feszültséggé alakított jellemzőket kapcsolja a box analóg–digitál átalakító bemenetére:
 - a mérőpontokra kapcsolt érzékelők /sorban az 1., 2. és 3. majd 4. csatorna/ szigetelése és ellenállása;
 - a box tápfeszültségei;
 - a box belső hőmérséklete;
 - páralecsapódás a boxban.

Az ismertetett ellenőrzési lehetőségekkel készített felvételek alapján működő programokkal értékelheti az észlelő a terítés és az adatgyűjtő egységek állapotát.

A telemetrikus adatgyűjtőrendszer egyéb felhasználási lehetőségei

Az adatgyűjtő egységek felépítése, kis fogyasztása, könnyen telepíthető eszközt jelent egyéb feladatok megoldására is. Az egyik kézenfekvő alkalmazási lehetőség a már említett *figyelőrendszerekben* való felhasználás. Ezekben gyakran 3 komponenses érzékelőket használnak. Ehhez az alkalmazáshoz a rendszer 4 csatornás doboza nagyon kedvező. A figyelőrendszerekben komoly probléma a tápellátás megoldása, ennek követelményei az adatgyűjtés folyamatos vagy kvantált jellegétől függenek. A rendszer felhasználásakor nem kell a boxok soros felfűzéséhez ragaszkodni, tetszőleges párhuzamos és soros elrendezési variációk is megvalósíthatók.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni ADÁM Oszkár közreműködését, aki szakértelmével és tapasztalatával sokat segített a cikk végleges formába öntésében.

A szeizmikus módszerek fejlődésének magyarországi története nem választható el a geofizikai mérési módszerek európai történetétől. Ezzel nem többet és nem kevesebbet kívánok kifejezni, mint azt, hogy bár a szeizmikus módszer bevezetése a földtani kutatásba — az első világháború után — L. MINTROP német bányamérnök nevéhez fűződik, annak kőolaj kutatásra való első felhasználása az Amerikai Egyesült Államokban következett be, s Európába csak az után került vissza, hogy ott eredményes volt.

Magyarország — a Pannon medence — földtani viszonyai nem engedték meg azt, hogy kutatóink sódómkban gondolkodjanak, így az 1920-as években É-Amerikában eredményesnek bizonyult refrakciós legyező-lövése rendszer sem terjedt el. Csak 1934-ben jelent meg az az első szeizmikus csoport (a Seismograph Service Corporation-tól), amely a Eurogasco (European Gas and Electric Co (később MAORT és Standard Oil of New Jersey tulajdon) megbízásából NY- és DNY-Magyarország (Kapun és Lenti) területén készítette első reflexiós felvételeit. A EUROGASCO megbízásából 1935-36 során más geofizikai vállalatok is bekapcsolódtak a MAORT koncesszió területén a kutatásba [VAJK R. 1952].

A m. kir. báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1936-ban adott megbízást POGÁNY Béla műegyetemi tanárnak egy szeizmikus berendezés megépítésére. Végül is két 6 csatornás berendezés készült el, amelyekkel a Duna-Tisza közén, majd az Alföldön rendszeresen mértek [GERŐ et al. 1942].

A m. kir. báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (a továbbiakban ELGI) szeizmikus csoportjának ezek a vizsgálatai egyben a magyar szeizmika létrejöttét és a tudományterület fejlődésének hazai megindulását is jelentették. Hiszen a berendezést, amellyel mértek, POGÁNY Béla műegyetemi professzor építette, a méréseket pedig DOMBAY T. és GÁLFY J. vezette. Jelentéseik a kor színvonalának megfelelőek voltak. E berendezéssel a háború után még 1950-ben is dolgoztak.

A következő jelentős szeizmikus mérésre az Alföldön került sor, ahol 1940-44 évek között a MA-NÁT (Magyar-Német Ásványolaj Társaság) megbízásából SEIZMOS csoportok mértek. A szeizmika, ill. a szeizmikus kutatás fejlődésének magyarországi történetében, az előzőekben már említetten kívül, több olyan szakaszt kell behatárolnunk, amelyek megint csak nem választhatók el az általános fejlődési vonalól. Így megkülönböztethetjük

- a nagy felfutás időszakát (1949-62), amelyre a fotoregisztráció és a kézi kiértékelés nyomta rá bélyegét a léglövése reflexiós méréssel együtt. Ez az időszak egyben a hazai geofizikus képzés kezdeteit is magában foglalta, amely mind a Nehézipari Műszaki Egyetemen, mind az ELTE Természettudományi Karán az 1949-50-es tanévben megindult;
- az állandósulás időszakát (1962-72) a magnetofonos regisztrálás, a kézi-, ill. félautomata feldolgozás, nagy refrakciós mérési progra-

mok, reflexiózásnál a közös mélységpont bevezetése, elterjedése stb. jellemzők;

- a számítógép uralma a reflexiós mérések uralmát jelenti (1972-től napjainkig). E fejlődési szakasz úgy nálunk, mint általában is, három fő ciklusra osztható, úgymint a szűrés és migráció, valamint a három dimenzió időszakára. Kiegészítésként jellemezhetjük ezt a kb. 20 éves időszakot még a környezetvédelmi kérdések felvetődésével is, amely a sekélyszeizmikus méréseket hozta előtérbe.

1. A szeizmika felfutásának időszaka (1949-1962)

Amint a bevezetőben említettem, a második világháború után 1949-ig Magyarországon a szeizmikus mérést még csak a m. kir. báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) szeizmikus csoportja képviselte. Ez a szeizmikus csoport az akkori időknek megfelelően a MANÁT koncessziót öröklő MASZOLAJ vállalat megbízásából dolgozott főként refrakciós, de reflexiós módszerrel is, az Alföldön, Hajdúszoboszló-Debrecen körzetében, két darab 6 csatornás POGÁNY-féle műszerrel. A reflexiós felvételek legnagyobb problémáját az amplitúdó szabályozás hiánya jelentette, amelyet azonban fokozatosan pótlottak.

A szeizmika fejlődésének következő lépését egyrészt az ELGI és a MAORT geofizikai csoportjainak az összevonása, másrészt egy modern szeizmikus berendezés vásárlása, valamint a szovjet szakértők és berendezések megjelenése jellemzi.

A MAORT geofizikai csoportjainak beolvasztása az Intézetbe azt jelentette, hogy a MAORT koncessziós területein is az állam vette át a kutatás irányítását, s abba a szeizmikus mérések is belekerültek.

Bár kezdetben a Svédországból vásárolt 24 csatornás 1,5 t-s Volvo gépkocsiba épített ABEM (AB Elektrisk Malmletning) berendezés mérési feladatai között a kőolajkutatáson kívül szénkutatás is szerepelt, lényegében azonban a kőolajkutatási feladatokra szereztek be.

E műszer beszerzése után, az 1950-51 évek telén a POGÁNY-féle berendezések helyett új hat csatornás egységeket építettek, amelyek 1951-ben már a MASZOLAJ koncessziós területén dolgoztak. Ez a tény azért is fontos, mert 1951-ben, a Geofizikai Intézet bázisán alakult meg a MASZOLAJ Szeizmikus Kutatási Üzeme, ahol 1951 őszén megjelentek a szovjet berendezések is, a szovjet geofizikus szakértőkkel együtt. De fontos az 1951-es év azért is, mert a hidegháború ekkor már folyt, s új berendezések beszerzésére nyugatról már nem volt lehetőség, a nehézipar fejlesztésének igénye viszont megkövetelte a földtani-geofizikai kutatás intenzifikálását, amelyhez újabb berendezések is kellenek. Ezeket a berendezéseket a hazai iparnak kellett előállítania. Ennek bázisa szintén a Geofizikai Intézet lett, s így 1951 végére megalakult a Geofizikai Mérőműszerek Gyára.

Ez a gyár az évtized végéig egyrészt ellátta a hazai kutatást is 24 csatornás berendezésekkel, másrészt jelentős exportot is lebonyolított a szomszédos országokba és a Kínai Népköztársaságba.

Néhány olyan alapvető kérdéstől eltekintve, mint a csoportgeofonok, könnyű kábelek hiánya és a szedett-vedett gépkocsipark stb., a szeizmikus munka színvonalát ebben az időszakban a lehetőségekhez képest kielégítőnek, sőt jónak mondhatjuk. Mind DNY-magyarországi bonyolult felszínű területen, mind a kevésbé nehéz felszínű Alföldön végzett mérések eredményesek voltak, s lehetőséget adtak a kőolajkutatás folytonosságának biztosítására. Ebben az időszakban a feldolgozás a reflektált vagy refraktált hullám korrelációjától a felületelem szerkesztésig csak kézzel történhetett. Ekkor ez volt a szeizmikus gyakorlat, amelyet a Geophysics, a Geophysical Prospecting és a számos szovjet folyóirat is közvetített hozzánk. E korszak egyik jelentős módszertani eredménye éppen a csoportos légrobbantás [POULTER 1950] bevezetése volt. A másik legfontosabb eredményt a Mohorovičić határfelület reflexiók kutatási lehetőségének feltárása jelentette.

A kutatási feladatok azonban ebben az időszakban is változtak. A MASZOLAJ Szeizmikus Kutatási Üzemének felfutásával, az új geofizikus képzés első mérnökeinek munkába állásával, valamint az egységes szovjet vezetés alá került kőolajipar megalakulásával az ELGI a hazai kőolajkutatásból kivonult és a kőszén, valamint egyéb ásványi nyersanyag kutatási feladatok megoldásával foglalkozott.

Az időszak második felét egyrészt az intenzív hazai kutatás, másrészt a külföldi munkavégzés lehetősége jellemezte. De nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a szeizmikus műszerek fejlődését kezdettől fogva az elektronika eredményei határozták meg, s így megkezdődött a tranzisztorok és magnetofonok térhódítása a szeizmikus műszerekben is. Kísérleti szinten megindult ezeknek az eredményeknek a hasznosítása.

Az ELGI műszerfejlesztésében ezek 1962–63-ban jutottak el olyan szintre, hogy terepi kísérletek kezdődhettek.

2. Az állandósulás időszaka (1962–1972)

Az időszak kezdetére tulajdonképpen kialakult a szeizmikus szakemberek olyan köre, akik úgy a terepi munkálatok, mint a feldolgozás, sőt a műszerfejlesztés területén is megfelelő látókörrel és gyakorlati tal rendelkeztek.

A KGST kapcsolatok is mind jobban kifejlődtek, sőt az is napvilágra került, hogy a SZU — mint főellátó — mentesítése érdekében fokozni kell az ásványi nyersanyagok kutatását, s abban a geofizikának, ill. a szeizmikának a kőolajkutatáson kívül más nyersanyagok tekintetében is helye van.

A kőolajkutatási feladatok megoldása során, az időszak kezdetére, világosan kitűnt, hogy reflexiók méréseink behatolási mélysége kicsi (kb. 2–3000 ms) s a felbontás sem kielégítő, a harmadkori medence aljzat rögei nehezen követhetők. Ezért először a szeizmikán belül, majd később a geofizikán

belül — a megszokott gravitációs–mágneses komplexitáson kívül — alakultak ki mérési rendszereink.

A szeizmikán belüli komplexitás a refrakciós módszer intenzív bevonását jelentette a kőolajkutatásba, de együtt a reflexiók szelvényezéssel, annak korrelációs problémáinak megoldására, különös tekintettel a harmadkori medencealjzatra. Ezek a rendszerek (lásd az algyői terület kutatását) kisebb mélységű medencerészek esetén még eredményesek voltak, nagyobb (3–4000 m) mélységek esetén azonban a kompaktio következményeként létrejött nagy sebességgrádiens miatt a sebességkülönbség a fedő és az aljzat között kicsi, így refraktált hullám sem alakulhatott ki, és a medencealjzat sem volt megismerhető. Ekkor léptek be a módszeregyüttesbe a geoelektromos szondázási, valamint a tellurikus, majd magnetotellurikus módszerek. A végleges megoldást azonban nem ezek, hanem a szeizmikus reflexiók észlelési rendszerekre kidolgozott közös mélységpont, illetőleg az ennek alkalmazásához szükséges magnetofonos regisztrálási műszerek beszerzése, ill. a megkezdett fejlesztés eredményes befejezése jelentette.

A Geofizikai Kutatási Üzem, majd Vállalat SERCEL gyártmányú (francia) fázismodulációs terepi és laboratóriumi feldolgozó magnetofonos berendezéseket vásárolt. Az ELGI ugyanekkor a frekvencia-modulációs (SZM-26+6 típusú) magnetofonos terepi felvevőt dolgozta ki. Az előzőekben említett problémák megoldására az ELGI az RNP eljárást is felhasználta. Azonban ezzel az eljárással — rendkívüli bonyolultsága és lassúsága miatt — sem érték el a kívánt eredményt.

A magnetofonos felvevő és analóg számítógép együttes kb. 10 évig dolgozott, és biztosította a reflexiók felvételek eredményességét. Ebben az időszakban általánossá vált a csoportgeofon és -forrás, a kisméretű geofon és könnyű kábel használata.

Módszertani tekintetben újnak tekinthetők azok a kísérletek, amelyeket a szén, bauxit, és színesfémek kutatási lehetőségének biztosítására végeztek. Ebben az időszakban merültek fel a mérnökgeofizikai vizsgálatok iránti első igények és kísérletek.

A MOHO (Mohorovičić) határfelület kutatása nemzetközi jellegűvé vált. Négy kéregkutató refrakciós vonalat mértek a nemzetközi együttműködés — a Kárpát-Balkán Geológiai Asszociáció — keretében, szovjet, csehszlovák, lengyel és jugoszláv közreműködéssel. Ezek eredményei nagy mértékben elősegítették az egész hegységrendszer tektonikájának megismerését. Tovább folytatódtak a reflexiók MOHO kísérletek is és jól kidolgozott eljárást eredményeztek, sőt bepillantást engedtek az asztenoszféra is.

A terepi gyakorlati méréseket az időszak második felében a magnetofonos regisztrálási terepi berendezések uralták. A reflexiók mérések behatolási mélysége ezekkel a berendezésekkel növekedett ugyan, de nem olyan mértékben, mint ahogy a 4000 m mélység alatti szénhidrogén tároló szerkezetek kutatása megkívánta. Ezért a figyelem a digitális jelrögzítésű berendezésekre, valamint a számítógépekre irányult. Az első kísérleteket az ELGI-ben ebben az időszakban a magnetofonos rendszerhez kapcsolódva már elvégezték, s a TEXAS INSTRUMENTS-sel a tárgyalások a műszerek beszerzéséről meg is indultak.

3. A számítógépes szeizmika (1972-től napjainkig)

Első pillanatra furcsának tűnik, hogy ezt az időszakot a számítógép uralmával jellemzem, míg az előzőeknél a berendezés — bár fontosságát hangsúlyoztam — nem kapott a címben is kiemelést. A digitális, nagy teljesítményű számítógép azonban nemcsak a regisztrálás módját változtatta meg alapvetően, hanem a szeizmikus mérés szerepét is az egész kutatási komplexumban azáltal, hogy az adatrendszerek nagyon széles választékú felvételét, a jel nagyon részletes analízisét és ezáltal a földtani képződmények szeizmikus jellemzésének kiszélesítését is lehetővé tette.

A változás nálunk is fokozatosan történt. Az OKGT Geofizikai Kutatási Vállalat 1970–72 között tért át a digitális jelrögzítésű berendezések használatára (DFS terepi felvevők) és a digitális számítógépi feldolgozásra (TIOPS számítóközpont). Az ELGI ugyanebben az időszakban telepítette első számítóközpontját (MINSZK-32) és dolgozta ki az SDT, majd SD jelű terepi felvevő egységeinek első változatát. A digitális rendszerekkel együtt, azok használhatóságának eredményeként, mind több felszíni hullámforrás terjedt el ill. alakult újjá, hiszen az ismétléses, összegezéses forrás-rendszerek a digitális felvevőkkel és számítógépekkel könnyen kezelhetőekké váltak. Így a 70-es évek közepén a vibrátoros és légágyús rendszerek nálunk is polgárjogot nyertek.

A hazai műszerfejlesztés és kutatás az ELGI-ben, a már említett berendezések kidolgozásán kívül, az egész időszak alatt jó eredményeket tudott felmutatni. Így a KGST szervezetek keretein belül NDK, szovjet és esetenként lengyel kooperációban tengeri munkára alkalmas vonalban adatgyűjtő és feldolgozó rendszert hoztak létre (a VIDEOTON R-10 számítógépére alapozva), amely alapját képezte a gépkocsiba szerelt terepi expedíciós számítóközpontnak is. De ebben az időszakban dolgozták ki mérnökgeológiai feladatok megoldásához az ESS, bányaföldtani feladatokhoz pedig a süjtőlégbiztos SSS típusú berendezéseket is. Ugyancsak jelentős előrelépés volt a számítógépi eredményeket színesen megjelenítő COROLPRESS berendezés kidolgozása és használatba vétele is.

Módszerkutatást mind az ELGI-ben, mind a OKGT GKV-nél jó eredménnyel végeztek, hiszen az időszak kezdetén az embargó határa még nem szűkült be, s pl. a vibrátoros rendszert is csak külön engedéllyel hozhatuk ki az USA-ból. De hasonló korlátozások más tekintetben is voltak. Ez viszont azt jelentette, hogy a módszerfejlesztés is csak adaptációs, ill. követő jellegű lehetett. Természetesen a KGST programok e tekintetben is segíthettek, s ezt is jó eredménnyel használhattuk ki.

A számítógép biztosította előnyök kihasználása az összegezéses eljárásokban, a szűrésben, valamint a sztatikus-dinamikus korrekciók számításában voltak a legfontosabbak. A közös mélység (referencia) pontos észlelési rendszer alapművelete az összegezés, a korrekciók nagy pontosságú számítása pedig a hatékony összegezés feltétele. Ezen a téren jelentős eredményekkel dicsekedhet mind a két fejlesztő hely. De a jel/zaj viszony növelésében is jók voltak a hazai eredmények és felhasználásuk is, hiszen a csatornák szűrése, a hatékony dekonvolúciós operátorok kihasználása jelentősen növelte az időszelvényekbeni információk

felismerési lehetőségét, s felhasználását a földtani kutatásban.

A hullámegyenlet a szeizmikus tankönyvekben 1970-ig csupán a geofizikus hallgatók ijesztgetésére szolgált. A tankönyvek a megoldást közölték ugyan, de sokkal tovább nem mentek. A számítógép ezen a téren is lényeges előrelépést jelentett, mert az időszelvények migráció nélkül esetenként kevésbé értékelhető eredményt adtak, mint a kézi feldolgozású mélység-szelvények. A migráció azonban csak akkor pótolta ezeket, ha azt a fizikai (optikai) törvények figyelembevételével, vagyis a hullámegyenlet magasszintű megoldásával valósítjuk meg. Ebben pedig ismét csak a számítógépnek jut a fő feladat, mert nagy méretű matrixok megoldását igényli a legegyszerűbb algoritmus is (pl. a Kirchhoff megoldás). A kutató munka ezen a téren is jelentős eredményt tud felmutatni. Az 1980-as évektől kezdve a migráció a rutin feldolgozás egyik alapprogramja mind a két intézménynél.

A szeizmikus szakirodalomban már a 70-es évek elején megjelent a háromdimenziós (3D) mérés és adatfeldolgozás ötlete, a holográfia nyomán. Nagyon rövid idő után azonban azzal a következtetéssel zárultak a kísérletek, hogy az akkor forgalomban lévő számítógépek kapacitása, de főként műveleti sebessége nem alkalmas a megvalósításra. Az 1980-as évek elején a műveleti és adatforgalmi sebességek elérték azt a határt, ahol már a 3D követelményeit is ki tudja elégíteni egy-egy számítógéprendszer, s így a hatékony értelmezést lehetővé tevő 3D feldolgozás is szabad utat kapott. Az ELGI az első kis méretű (1x1 km) 3D mérést és feldolgozást 1983-ban valósította meg. Ezt a mérést további kis mélységi behatolási mérések követték, majd az OKGT GKV először külföldi szervizvállalattal, majd saját maga is 10x10 km-es kiterjedésű nagy mélységi behatolási méréseket végeztetett, ill. végzett.

A szeizmikus módszer fejlesztését, fejlődését azonban mindig a feladatok határozzák meg. A szénhidrogének kutatása nagy mélységi behatolást kívánt meg, s ezt a digitális jelrögzítés és feldolgozás lehetővé is tette. A kisebb mélységben található szén, valamint bauxitok elsősorban a vertikális felbontást igényelték, s ezt a refrakciós mérési módszer már nem tudta biztosítani. Ezért szükségessé vált a szeizmikus metodikába a kis mélységi behatolási nagy felbontású reflexiós mérési eljárást is bevonni. Ezzel a mérési eljárással az ELGI jelentős eredményeket ért el mind a Dunántúli-, mind az Északi-középhegység területén, mind a szén, mind a bauxit kutatásában.

A műszerfejlesztéssel kapcsolatban már említettem, hogy az SSS-1 típusú süjtőlégbiztos berendezést a felszín alatti mélyszerinti bányákra dolgozták ki az ELGI-ben. A bányabeli szeizmikus feladatok tulajdonképpen két nagyobb csoportra oszthatók, ún. telephullám reflexiók értékelésére, vetők, ismeretlen vágatok felderítésére, és átvilágításra, vagyis a fella-zult zónák állapotának vizsgálatára. Ez utóbbit tomográfiának is nevezik. Az ELGI, a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszéke, a Mecseki Szénbányák érték el e téren jól értékelhető eredményeket.

Végül, de nem utolsó sorban, meg kell említenem a legutóbbi 5–10 év eredményeként a vertikális szeizmikus szelvényezést (VSP), módszertani és a mérnökgeológiai/geofizikai vizsgálatokat, mint a szeizmika új felhasználási területét. Az utóbbi esetén különösen fontosak a különböző hullámtípusok kelté-

sének és észlelési módszereinek kidolgozása terén elért eredmények.

Az előzőekben vázoltak a szeizmikával foglalkozó szakemberek publikációiban tükröződnek. Ezt a mellékelt — és közel sem teljes — irodalomjegyzékben kívánjuk tükröztetni.

HIVATKOZÁSOK

GERÓ L., POGÁNY B., VARGHA B. 1942: Szeizmikus mérések Dorogon 1942-ben. Matematikai és természettudományi értesítő, Budapest, 1088 p.

VAJK R. 1947: Geophysical Exploration and discovery of the Budafapuszta (Lispe) oilfield in Hungary (case history); *Geophysics*, 12, No. 2

VAJK R. 1949: Geophysical developments during the war (activity); *Geophysics*, 14, No. 2

DOMBAI T. 1952: A hazai szeizmikus kutatások. MTA Műszaki Tud. Oszt. Közl. V. 1-2. szám.

VAJK R. 1952: Geophysical exploration of Southwest Hungary (activity, case history). *Geophysics*, 17, No. 2

SZÉNÁS Gy., ÁDÁM O. 1953: Szeizmogeológiai viszonyok DNY-Magyarországon. *Geof. Közl.* 2, 9

GÁLFI J., STEGENA L. 1955: Nagymélységű reflexiók Hajdúszoboszló környékén. *Geof. Közl.* 4, 2

ÁDÁM O. 1955: Egyes DNY-dunántúli területek némaságának okai. *Geof. Közl.* 4, 1

POSGAY K. 1955: 1955. évi szeizmikus mérések az esztergomvidéki szénmedencében. *Geof. Közl.* 5, 4

SZÉNÁS Gy. 1960: A szeizmikus módszer kifejlődésének és alkalmazásának egyes kérdései. *Geof. Közl.* 8

VARGA I. 1960: A kőolajipari szeizmikus mérések néhány földtani eredménye. *Magy. Geof.* 1, 1

JERMENDI Z. 1960: Korszerű szeizmikus erősítő tervezési kérdései. *Magy. Geof.* 1

KILÉNYI É. 1960: Felszínközeli szeizmikus sebességek vizsgálata. *Magy. Geof.* 1

MOLNÁR K., MIKLÓS G. 1960: A zavarhullámok kiküszöbölése terén elért hazai eredmények és távlati lehetőségek. *Magy. Geof.* 1

KÁDÁR J. 1961: Fáziskorrelációs refrakciós mérések eredményei DK-Magyarország nagyszerkezetének kutatásánál. *Magy. Geof.* 2

RÁDLER B., SZEMERÉDI Pné, ÚJFALUSY A. 1961: A korrelációs refrakciós mérések hazai alkalmazásának néhány elvi kérdése. *Magy. Geof.* 2

STEGENA L. 1961: A korrelációs refrakciós szeizmika elvi kérdései. *Magy. Geof.* 2

ÁDÁM O. 1963: Szeizmikus felvételek frekvencia analízise. *Geof. Közl.* 13, 1

ÁDÁM O., KILÉNYI É. 1963: Közelítő sebességfüggvény meghatározása refrakciós menetidő görbékből. *Geof. Közl.* 12

SZ. KILÉNYI É., TRENKA Sné 1963: A refrakciós későbbi beérkezések kiértékelése. *Magy. Geof.* 4

ÁDÁM O. 1964: Szeizmikus felszíni zavarhullámok (ground roll) dinamikai tulajdonságainak vizsgálata. *Magy. Geof.* 5

MESKÓ A. 1964: Reflexiós szeizmogramok szűrése. *Magy. Geof.* 5

SZÉNÁS Gy., BARABÁS A., JÁMBOR Á., PINTÉR A., BARANYI I., SZABÓ J., BARÁTH I., KARDOS I., KISS E. Z. 1964: A Mecsek- és a Villányi hegység

geofizikai kutatásának eredményei. ELGI évkönyv, 1. kötet

SZ. KILÉNYI É., RÁKÓCZY I. 1966: Módszertani szeizmikus mérések a Nagyalföldön. *Geof. Közl.* 15 1-4

RENNER J. 1966: A magyar geofizika története Eötvös L. halálától a felszabadulásig. *Magy. Geof.* 7

HÁMOR N., MOLNÁR K., RUMPLER J., VARGA I. 1966: A nagyalföldi reflexiós mérések eredményei és problémái a földtani felépítés tükrében. *Magy. Geof.* 7

BODOKY T., MESKÓ A., POLCZ I. 1967: Néhány egyszerű kétdimenziós geofoncsoport vizsgálata. *Magy. Geof.* 8

MESKÓ A. 1967: A sebességszűrés matematikai alapjai, digitális megvalósítása és közelítésének lehetőségei. I+II.rész, 8

ÁDÁM O. 1968: A felszíni zavarhullámok (ground roll). *Magy. Geof.* 9

MESKÓ A. 1969: Notes on detection and elimination of ghost reflection by means of single channel filters. *Ann. Univ. Sci. Budapest R. Eötvös.* 12

MOLNÁR K., RUMPLER J., SÁGHY Gy., ZSITVAY Sz. 1969: A magyarországi szénhidrogén kutatásban alkalmazott többszörös fedéses eljárás eddigi tapasztalatai. *Magy. Geof.* 10

RÁDLER B., SÁGHY Gy., VÁNDOR B. 1969: Eljárás a statikus korrekciók meghatározására. *Magy. Geof.* 10

RÁKÓCZY I. 1969: Speciális mérőszekizmikus mérések. *Földt. Kut.* 12

SZALAY I. 1969: Szilárdásványok geofizikai kutatása; szén és bauxit kutatás. *Földt. Kut.* 12

MITUCH E. 1969: A Pannóniai-medence alatti földkéreg vizsgálata mélysondázással. *Földt. Kut.* 12

POLCZ I. 1969: Komplex geofizikai szénhidrogén kutatás az Alföldön. *Földt. Kut.* 12

ÚJFALUSY A. 1970: A korrelációs refrakciós mérések értelmezési problémái bonyolult geológiai felépítésű területen. *Földt. Kut.* 13

RUMPLER J., SÁGHY Gy., TÓTH J., VÁNDOR B., ZSITVAY Sz. 1970: Az analóg mágneses regisztrálás szeizmikus kutatás helyzete Magyarországon. *Magy. Geof.* 13

BODOKY T. 1970: A közös mélységpontos (CDP) rendszerek szűrő hatása és átviteli függvényeik. *Magy. Geof.* 11

MIKLÓS G., SÁGHY Gy. 1970: A kőolajipari szeizmikus kutatási tevékenység hatékonysága és gépi és műszerteknikai szerepe Magyarországon. *Földt. Kut.* 13, 1

KORVIN G. 1971: Digitális szeizmikus kiértékelés kis elektronikus számítógéppel. *Magy. Geof.* 12

KÉSMÁRKY I. 1971: Kvadrátikus detektáló szűrő tervezése. *Magy. Geof.* 12

KASZÁS M. 1971: Minszk számítógépcsald. *Technika*, 15, 1

MESKÓ A., SZULYOVSKY I. 1972: Frekvencia-, idő és z-tartományban végzett sávszűrés összehasonlítása. *Magy. Geof.* 12

RÁNER G. 1974: Földtani alapszelvények vizsgálata 1973-ban a Dunántúli-középhegységtől D-re (Balatonörsöd-Karád-Igal). ELGI adattár. Sz-145

RÁDLER B., VÉGES I. 1973: Digitális szeizmikus programrendszer a magyar kőolajiparban. *Magy. Geof.* 14

- MESKÓ A., RÁDLER B. 1974: Az OKGT szeizmikus programrendszere. *Magy. Geof.* 15
- ZSELLÉR P. 1974: A sebességmeghatározási eljárásokkal kapcsolatos problémák vizsgálata. *Magy. Geof.* 15
- SZABÓNÉ KILÉNYI É. A szintetikus szeizmogram számításának pontossági követelményei. *Magy. Geof.* 16
- VÉGES I., ZSELLÉR P. 1975: Automatikus információ meghatározás reflexiós szeizmogramokból. *Magy. Geof.* 16
- POSGAY K. 1975: Mit Reflexionsmessungen bestimmte Horizonte und Geschwindigkeitsverteilung in der Erdkruste und im Erdmantel. *Geof. Közl.* 23, 1
- BODOKY T., LAJGUT J., SÉDY L., SZEIDOVITZ GYné 1976: Andezit áttörések előrejelzése bányabeli szeizmikus mérésekkel. *Bányászati Kohászati Lapok, Bányászat.* 109, 10
- RUMPLER J., SZILÁGYI L., VÁRKONYI L. 1977: Szeizmikus kísérleti mérések AIR-GUN rengéskeltő berendezéssel. *Magy. Geof.* 18
- POSGAY K., PETROVICS I. 1977: A földkéreg kutatása reflexiós módszerrel. *Magy. Geof.* 18
- BODOKY T., JÁNVÁRI J., NEMESI L., SZEIDOVITZ GYné, POLCZ I. 1977: Komplex geofizikai kutatások eredményei a Nyírségben. *Általános földtani szemle.* 10
- ZSELLÉR P. 1978: Túlnyomásos zónák előrejelzése szeizmikus sebességvizsgálatok alapján. *Magy. Geof.* 19
- BODOKY T., RUMPLER J. 1979: A vibroszeiz eljárás kifejlődése, elvi és módszertani alapjai. *Magy. Geof.* 19
- GÖNCZ G. 1979: A hullámegyenletes migrációval kapcsolatos vizsgálatok és tapasztalati eredmények. *Magy. Geof.* 20
- BODOKY T., RUMPLER J., HALMOS P., APOR L. 1979: A vibrátor-talajrendszer rezonancia jelenségei. *Magy. Geof.* 20
- BODOKY T., GYÖRGY L., JÁNVÁRI J. 1980: A látszólagos terítéshossz szerepe a vibroszeiz méréseknél. *Magy. Geof.* 21, 6
- POSGAY K., ALBU I., PETROVICS I., RÁNER G. 1981: Character of the Earth's Crust and Upper Mantle on Basis of Seismic Reflection Measurements in Hungary. *Earth evolution sciences* 3-4
- ALBU I., BODOKY T., SZEIDOVITZ GYné 1981: Az ELGI kelet-magyarországi szeizmikus kutatásának néhány eredménye. *Vándorgyűlés*
- ZSELLÉR P. 1981: Az intervallumsebesség kapcsolata a mélységgel normálisan kompaktálódott üledékekben. *Magy. Geof.* 23, 1
- VERMES M. 1981: Szeizmikus jelek adaptív dekonvolúciója. *Magy. Geof.* 23, 3
- GILI L., KOCH Gy., KOVÁCS B., NAGY Z. 1981: Mérőnszeizmikus mérések céljára szolgáló digitális összegző berendezés. *Magy. Geof.* 22, 3
- GÖNCZ G. 1981: A 15 és 45 fokos közelítő egyenleten alapuló véges differencia módszerrel történő hullámegyenletes migráció hibájáról. *Magy. Geof.* 22, 3
- MESKÓ A. 1981: A közös referenciapontos eljárás korlátai I-II. *Magy. Geof.* 22, 5 és 23, 1-2
- SZULYOVSKY I. 1981: Az ál-akusztikus impedancia szelvények számítása és alkalmazása a direkt szénhidrogénkutatásban. *Magy. Geof.* 22, 6
- KÉSMÁRKY I. 1981: Jelalak meghatározás eljárások összehasonlítása. *Magy. Geof.* 22, 6
- KÉSMÁRKY I., POGÁCSÁS Gy., SZANYI B. 1982: Szeizmikus szelvények sztratigráfiai értelmezése kelet-magyarországi neogén-quarter depressziók példáján. *Magy. Geof.* 23, 1-2
- SZILÁGYI L. 1982: Felszíni szeizmikus impulzusforrások hazai alkalmazása. *Magy. Geof.* 23, 1-2
- DÁVID Gy., NAGY Zné. 1982: A harmadidőszaki medencealjzat szeizmikus kutatásának eredményei DNY-Dunántúlon. *Magy. Geof.* 23, 5-6
- HÁMOR N., ÚJFALUSY A. 1983: A szeizmikus mérések eredményei alapján szerkeszthető földtani modell a magyarországi szénhidrogén kutatásban. *Magy. Geof.* 24, 4
- POGÁCSÁS Gy. 1984: A Pannon medence neogén depresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai. *Magy. Geof.* 25, 4
- GÖNCZ G., KÉSMÁRKY I., VÉGES I. 1985: Kis offszetű VSP mérések feldolgozása. *Magy. Geof.* 26, 2
- WEBER Z. 1985: A szeizmikus csatorna általánosított lineáris inverziójának vizsgálata. *Magy. Geof.* 26, 5-6
- BODOKY T., HERMANN L., DIANISKA L., TÖRÖS E. 1986: Szeizmikus csatornahullámok alkalmazása a szénbányászatban I. rész: telephullám átvilágító mérések. *Magy. Geof.* 27, 5
- DOBRÓKA M. 1987: Love típusú telephullámok elmozdulásfüggvényei és abszorpciós-diszperziós tulajdonságai I. rész: horizontálisan homogén földtani szerkezet. *Magy. Geof.* 28, 1
- DOBRÓKA M. 1988: Love típusú telephullámok elmozdulásfüggvényei és abszorpciós-diszperziós relációi III. rész: változó telepvastagságú földtani szerkezet. *Magy. Geof.* 29, 1-2
- KÖRÖS M., REGŐS F., SZILÁGYI L. 1989: Újabb eredmények a hortobágyi néma zóna szeizmikus kutatásában. *Magy. Geof.* 30, 6
- VAKARCS G., VÁRNAI P. 1991: A derecskei árok környezetének szeizmosztratigráfiai modellje. *Magy. Geof.* 32, 1-2
- POSGAY K., SZENTGYÖRGYI K. 1991: A litoszférát harántoló eltolódásos törésrendszer a Pannon medence K-i részén. *Magy. Geof.* 32, 1-2

Ádám Oszkár

MI LESZ VELED EMBERKE ?

HANGYÁL JÁNOS MEGNYITÓ ELŐADÁSA A SZEPTEMBERI VÁNDORGYŰLÉSEN

„Tisztelt Vándorgyűlés, Tisztelt Kollégák, Hölgyeim és Uraim!

Engedjék meg, hogy a Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaság vezetősége, a Kutatás-Termelési Ágazat, valamint a Kutatás és Művelési Igazgatóság nevében őszinte tisztelettel köszöntsem Önöket. Külön szeretném köszönteni Önöket az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály vezetősége és tagsága nevében.

Megismerve az Önök Egyesületének 21. Vándorgyűlési programját, három nagyon lényeges kérdést hangsúlyoznék ki a magam nevében. Nagyon gazdag programot állítottak össze erre a két napos vándorgyűlésre. Aktuális és fontos szakmai kérdések tárgyalását tűzték napirendre. Kezdeményezően lépnek fel, amelyben kezdeményezik szénhidrogén kutatók és művelők szakosztályának létrehozását, amelynek alapvető célja a szakmai integráció hatékonyságának tétele. A kitűzött program megvalósításához valamennyiüknek sikereket és eredményes munkát kívánok.

A geofizikus szakma, a geofizikusok tevékenysége nagyon széles körű. Dolgoznak a szilárd ásvány, a fluidum kutatás területén, a földkéreg mozgások ellenőrzése terén és számos egyéb szakterületen. Mindezek ellenére engedjék meg nekem, hogy elsősorban a szénhidrogénkutatás-termelésével kapcsolatban foglalkozzak néhány kérdéssel. Úgy gondoltam, hogy ezen a rövid megnyitó előadáson öt olyan kérdést tekintenek át, az Önök tájékoztatása érdekében, amely a hazai és a hazaihoz kapcsolódó külföldi szénhidrogénkutatással kapcsolatos.

Melyek ezek a kérdések? A jelenlegi magyarországi helyzet, a kutatás és termelés lehetőségei, az integráció fokozása, a kifejlődött szakmai és eszköz kapacitás hatékonyságának növelése, a szakmai és tudományos egyesületek lehetőségei, feladatai, felelőssége.

Először az itthoni helyzetről. Azt hiszem, hogy valamennyiünk előtt ismert kiinduló adatként azt kell tudomásul vennünk, hogy a reménybeli kőolaj és földgáz készletek jelenlegi ismereteink szerint jóval több mint felét, több mint 60%-át ismerjük. Ezzel következik, hogy a következő időszakra vonatkozóan már csak kis és közepes készletű mezők megtalálásával számolhatunk. Egyre nehezebb lesz konkrét szerkezetek megtalálása, egyre komplikáltabb, szélesebb körű munkát kell végezni. A meglévő lehetőségek kutatására nagyon jelentős költségeket kell fordítani, várhatóan jelentősen meg fognak nőni a kutatás fajlagos költségei. Nem utolsósorban, de lényeges kérdés napjainkban az, hogy a meglévő kutató kapacitások kihasználásának egyre nagyobb gondjai lép-

nek előtérbe: hol, hogyan és milyen módon tudjuk a rendelkezésre álló kutatási kapacitásokat igénybe venni és foglalkoztatni. Ezek a kérdések feltétlenül szükségessé teszik azt, hogy az elmúlt időszakhoz viszonyítva a jövőre nézve bizonyos módosításokkal számoljunk, bizonyos módosításokat vezessünk be. Változtatni kell alapvetően a felszíni és mélyfúrások kutatás arányain. Alkalmazásba kell venni a lehetséges legkorszerűbb kutatási módszereket, eszközöket.

Folyamatosan figyelni kell a szükséges befektetéseket, költségeket és mindent meg kell tennünk annak érdekében, hogy ezek lehetőleg maximális mértékben csökkenthetők legyenek. Az új információk szerzése kapcsán folyamatos visszacsatolást kell biztosítanunk annak érdekében, hogy minden lehetséges és szükséges módosítást időben végre tudjunk hajtani, mind a kutatás, mind a termelés-művelés területén. Ezeket az igényeket, ezeket a problémákat az elmúlt évek konkrét eredményei támasztják alá és ezeknek az eredményeknek értékeléséből kellett és lehetett eljutni az általam legfontosabbnak említett következtetések levonására. Nem kívánom Önöket részletesen számok tömegével untatni, néhány számot azonban szeretnék megemlíteni.

1991-ben 6,7 milliárd forintot fordítottunk a kőolaj és földgáz kutatására, amelynek eredményeként 9 medence részen 23 helyen folytattunk felszíni geofizikai kutatást. 169 km²-en háromdimenziós szeizmikus kutatást, 4500 km hosszban kétdimenziós szeizmikus kutatást, 96 000 méter kutató fúrás került leemlélyítésre.

Ennek eredményeként az elmúlt évben 59 db új szerkezetet találtunk meg, 3,8 millió tonna egyenértékű kitermelhető szénhidrogén vagyon növekedést értünk el és 4 millió tonna egyenértékű új felfedezésként kezelhetünk. Kiválóan mondható a fúrások hatékonysága, amely az elmúlt időszakhoz viszonyítva növekedést mutat, 30,7 tonna/m volt az elmúlt évi hatékonysági mutató. 1,8 millió tonna kőolajat termeltünk, 5,1 milliárd m³ bruttó földgázzal együtt.

A termelés csökkenés sajnos a következő időszakra vonatkozóan folyamatos. Jelenlegi ismereteink szerint 2000-ben a várható kőolaj termelés alig éri el az 1,5 millió tonnát, földgáz termelésünk a 4,2 milliárd m³ mennyiséget.

Az igények várható alakulását mind a kőolajtermékek, mind a földgáz vonatkozásában számos variációban vizsgáltuk, mi magunk is vizsgáltuk. Anélkül, hogy konkrét számadatokat említenék, egyértelműen az látszik valószínűnek, hogy az ezredfordulóra az igények növekednek, a hazai termelés ugyanakkor csökkenni fog. Az igények kielégítésének forrásai a következő területekről vehetők figyelembe. Hazai termelés, import beszállítás, amely hazai

vásárlást jelenthet vagy külföldi beszállítást, miután újabban van lehetőség arra, hogy külföldiek vagy hazai személyek, vállalatok kőolaj vagy földgáz importot valósíthassanak meg. Konkrét példaként legyen szabad megemlítenem azt, hogy a földgáz szolgáltató vállalatok privatizációjával összefüggésben a privatizáció egyik feltétele az, hogy az a vállalkozó, aki külföldről részesülni akar a földgáz szolgáltató vállalatok tulajdonából, előnyben részesül, ha biztosítja bizonyos mennyiségű földgáz beszállítását Magyarországra. Másik lehetőség a források tekintetében a külföldön végzett kutatás és termelés megvalósítása, erről később még szólni fogok.

A hazai kutatás és termelés lehetőségeivel kapcsolatban már említettem, hogy a megismerhető szerkezetek és készletek nagyobb hányadát megtaláltuk, a termelésbe állított mezők nagyobb hányada a termelés csökkenő szakaszában van, amely folyamat sajnos nem állítható meg. Nagyon körültekintő munkával érhetjük azt el, hogy a csökkenés mértéke mérséklődjön. A kutatás területén feladatunk növelni az alacsonyabb költségű felszíni kutatás arányát, a felszíni geofizikai kutatás arányát. A korszerűbb módszerek alkalmazását szélesebb körben kell megvalósítani a jelenleginél, ehhez rendelkezünk korszerű eszközökkel. Növelni kell a felszíni geofizikai kutatási módszerek egymást kiegészítő információinak közös értelmezését. A mélyfúrások kockázatát a magas költségek miatt lehetőleg csökkenteni kell. A mélyfúrási geofizika információit hasznosítani kell, szélesebb körben kell megvalósítani a felszíni és mélyfúrási geofizika információinak közös értelmezését. Sokkal jobban kell megvalósítanunk a fúrások által harántolt rétegek megbízható megismerését. Ezen a területen nagyon sok kérdés és feladat megvalósítása szükséges, nem említek sokat belőlük, csak annyit, hogy maximális mértékben kell megvalósítani fúrás közben a rétegek szennyezésének csökkentését. Maximális mértékben növelni kell a tároló rétegek megismerhetőségét és megismerését. A legszélesebb körben kell alkalmazni a megismert tároló rétegek rétegserkentését, amennyiben arra szükség van. Nem új dolog, ha azt említem meg, hogy egyre többször vetődik fel olyan kérdés, hogy előfordulhat, vagy előfordulhatott az, hogy "elmentünk" olyan konkrét kőolaj és földgáz tároló rétegek mellett, amelyek tárolnak, de nem ismertük meg. Ez nagyon lényeges kérdés a jövőt illetően. A kőolaj és földgáz termelés területén legfontosabb, hogy a megismert mezők, rétegek készleteit maximálisan ki kell termelni. Ezért folyamatosan figyelemmel kell kísérnünk az egyes mezők termeléséhez elkészített művelési terveket, állandóan ellenőrizni kell, hogy a terv hogyan valósult meg, milyen módosítások következtek be, az információk alapján szükséges módosításokat minden esetben biztosítani kell.

Minden egyes új és módosító információt rendszeresen kell elemezni, amelynél az egyik legfontosabb kérdés, hogy ezek az információk az információszerezést követően milyen idő múlva kerülnek elemzésre, hogy a módosításokat végre lehessen hajtani. Folyamatosan kutatni kell — a jövőben még nagyobb ütemben — minden olyan módszert, anyagot, hatóanyagot, amely lehetővé teszi a kőolaj és földgáz készletek minél nagyobb arányú kihozatalát. Hazai lehetőségeink alapján gazdaságossági szem-

pontokat szem előtt tartva, a kihozatal növelések érdekében a gázelárasztás, a vízbesajtolás, a termikus módszerek vagy ezek kombinációinak alkalmazása az, amellyel ma megfelelő eredményekkel lehet számolni. Természetesen minden esetben egy adott mező konkrét vizsgálata alapján lehet eldönteni, hogy mely módszer vagy mely módszerek azok, amelyek alkalmazhatók az adott mezőre vonatkozóan. Változatlanul fenn kell tartani minden olyan lehetőség kutatását — legalább laboratóriumi szinten — amely például vegyszerek, mikroemulziók, vibrációs és egyéb lehetőségek alkalmazásával később használható lesz vagy lehet a kőolaj, — és elsősorban a kőolaj — valamint a földgáz termelés és a kihozatal növelése érdekében. Meghatározó szempontként kell kezelnünk azt, hogy mind a kutatás, mind a termelés területén a gazdaságosság és az eredmény egyértelmű eléréndő cél. Ennek megvalósítását befolyásolja ezeken kívül általában és tevékenységünkhöz kapcsolódóan, különösen az egyre fokozódó környezetvédelmi igények kielégítése, amely igények felmerülése jogos, a kielégítés viszont igen-igen sok pénzbe kerül.

Néhány szót az integráció fokozásával kapcsolatban. A közelmúltban volt a MOL Rt. Közgyűlése, ahol az Rt. elnöke nagyon részletesen elemezte az elmúlt időszak tevékenységét és a következő időszak feladatait. Ezen elemzés során nagyon sok pontban szólt arról, hogy mi volt a volt OKGT, jelenlegi MOL Rt. átalakulásának a célja. Ezek közül néhányat igénybe vettem tőle, szíves engedelmezzel elmondanám. Célja az, hogy megteremtse a privatizáció lehetőségét, a versenyképes gazdálkodás feltételeit, a nyereséges működést, a gyors reagálás lehetőségét új helyzetek esetén, nemzetközi befogadást és működőképességet. Ezeket azért emeltem ki ebből az anyagból, mert úgy gondolom, ha valahol ezeknek a témáknak a kezelésére nagyon nagy szükség van, abban az esetben a kőolaj- és földgáz kutatás és termelés területén igen is hangsúlyozottan kell ezzel foglalkozni. Ugyancsak szólt a MOL Rt. átalakulás módjáról a célokon túlmenően. Ennek során, ezzel kapcsolatban részben megvalósult a háttér és szerviz ipar leválasztása az olajipar szervezetéből. Jelentős szervezeti átalakulásra került sor és van folyamatban jelenleg is. Ésszerű és értékelhető munkamódszereket kell bevezetni. Gazdasági átszervezésnek kell megvalósulnia, be kell indítani a részvényesítést, meg kell kezdeni és folytatni kell a privatizációt. Azért mondom, hogy meg kell kezdeni, mert az ipar egy részén, ami elsősorban a kutatás és termelés területére vonatkozik, még nem kezdődött meg, más területeken, mint például az ÁFOR és egyéb helyek, ott alapvetően folyamatban van. Az átalakulás céljához és módjához alkalmazkodóan folyamatban van a volt OKGT, a jelenlegi MOL Rt.-hez tartozó Geofizikai Kutató Vállalat, jelenlegi Geofizikai Kutató Egység átszervezése is, az előbb elmondott szempontok figyelembevételével. Ennek az átszervezésnek a során szétválasztásra kerülnek az irányítást végző és a szerviz tevékenységet végző szervezetek. A szétválasztás eredményeként várhatóan az irányítást végző szervezetek elsősorban, majdnem kizárólag a MOL Rt. Kutatási-Termelési Ágazatához tartozó Kutatási-Művelési Igazgatóság keretében fognak tovább működni, a szerviztevékenységet végző szervezetek és

egységek viszont induláskor a MOL Rt. egyszemélyes korlátozott felelősségű társaságaként fognak működni. A szétválasztás határideje 1992. december 31. Ha ez megvalósul, abban az esetben az olajipar területén befejeződik az irányítás és a szerviz tevékenység teljes körű szétválasztása. Megteremtődik a lehetőség a kutatás és termelés megfelelő módon végrehajtható integrációjára, az egységes és folyamatos irányítás megvalósítására. Ki kell alakítani ezen a területen a jobb eredmények elérése érdekében a project szemléletű munkavégzést és az ehhez kapcsolódó nagyon széles körű team munkát, melyek lehetővé teszik az egységes szemléletű irányítást a kutatás, a megtalálás, a termelésbe állítás, a termelés és felszámolás összefüggő folyamatát. Nagyon lényeges kérdés számunkra az, hogy hogyan kezeljük a közel 60 éve kialakult, kifejlődött szellemi és eszköz kapacitást és hogyan lehet ennek a hatékonyságát növelni. Határozottan lehet állítanunk azt, hogy az elmúlt időszakban nagymértékű szakmai tudás és nagyértékű korszerű eszközpark alakult ki a kőolaj, földgáz kutatáshoz és termeléshez kapcsolódóan. Ugyanakkor azt is sajnálattal kell megállapítanunk, hogy a rendelkezésre álló kapacitások kihasználása egyre több problémát, egyre több gondot jelent, miután egyre növekvő szabad kapacitások alakulnak ki, amelyeknek az értékesítése, felhasználásuk eredményes megvalósítása egyik legfontosabb feladatunkat kell, hogy képezze. A kapacitások hasznosításának számos módja lehetséges. Ezek közül első helyen emlitem a privatizáció kérdését és lehetőségét. Ugyanakkor azt is hozzáteszem, hogy ez egy olyan kérdés, amellyel nagyon körültekintően kell foglalkoznunk és nagyon körültekintően kell meghatározni mindazokat a területeket, ahol kezdeni és megvalósítani lehetséges a privatizációt, mert adott esetben talán az elképzelt eredmény fordítottja fog bekövetkezni. Különösen áll ez a gondolatom elsősorban a felszíni és a kútgeofizika területére, ahol nagy pénzösszegekért korszerű eszközöket, berendezéseket, tudást szereztünk be az utóbbi években. Ezeknek a privatizációjával kapcsolatban nagyon körültekintően kell lenni, mert ezekre az eszközökre, ezekre a berendezésekre és erre a tudásra a magyar kőolaj- és földgázipar területén, beleértve a külföldi tevékenységet is, igen-igen nagy szükségünk lesz és lehet. Külföldi hasznosítás a másik lehetőség, amelynél szintén kétfajta megközelítésben lehet a kérdéssel foglalkozni. Az egyik a bértmunkavégzés mások számára — ez adja a legkisebb eredményt — a másik nagyobb kockázattal ugyan, de saját célra való hasznosítás a hazai eredmények növelése érdekében. A külföldi kutatási és termelési lehetőségekkel kapcsolatban ma kétfajta szervezeti formában való megközelítésről lehet beszélni. Az egyik a koncessziós kutatási-termelési lehetőség kihasználása, amellyel

kapcsolatban szintén azt kell mondani rögtön, hogy nagy eredmények várhatók, azonban ennek a kockázati tényezője magas. Önök valamennyien tudják azt, hogy koncessziós formában való tevékenységet kezdtünk el — az elmúlt évben kötött szerződések eredményeként — ebben az évben Tunéziában, ahol megkezdtük a szeizmikus kutatást, abban a reményben, hogy viszonylag rövid időn belül módunk lesz a kutatást fűréssal is folytatni, amely kőolaj vagy földgáz termelést fog eredményezni. A másik forma, amely figyelembe vehető a külföldi munkavégzések során, a vegyesvállalati forma, ennek a kockázata lényegesen kisebb azért, mert azok a lehetőségek amelyekkel az utóbbi időszakban széles körben találkoztunk elsősorban termelési lehetőségekhez kapcsolódnak, ismert kőolaj vagy földgáz mezők vegyes vállalati termelés beállítását és üzemeltetését teszik lehetővé. Nagyon lényeges kérdés ezekkel a témákkal való naponkénti részletes foglalkozás, mert ez adja meg azt a lehetőséget, hogy egyrészt a felszabaduló kapacitásokat foglalkoztatni lehetne, másrészt a hazai termelés csökkenés kompenzálására saját tevékenység eredményeként juthatunk hozzá a kőolaj, földgáz mennyiségekhez.

Néhány felvetés a szakmai és tudományos egyesületek lehetőségeiről, feladatairól és felelősségéről a jövőt illetően. Ezeknek az egyesületeknek — általában is nagyon konkrétan ismerten — egyre több anyagi gonddal kell szembe nézni, azonban ennek ellenére ki kell használni a következő lehetőségeket. Összefoglaló, vagy egyenkénti fórumot kell adni az egyes témák részletes feldolgozásához. Publikációs lehetőséget kell biztosítani mindenki részére, aki ezzel szakmai téren élni kíván. Az irányítást végző szervezetek és személyek figyelmének felhívását kell megvalósítani fontos kérdések esetén. Feladatai ezeknek az egyesületeknek: összefogni a szakmát művelő szakembereket, fórumot biztosítani új, hasznos kérdések megvitatásához, maximális segítséget nyújtani a műszaki és tudományos fejlődéshez. A lehetőségek és feladatok következményeként a következő felelőssége van ezeknek a szervezeteknek: műszaki és tudományos fejlődést elősegítő lehetőségeket támogatniuk kell, a szakemberek szakmai fejlődését elő kell segíteni, az egyes szakmák kapcsolat kiépítését támogatni kell. Ez utóbbi mondatot azért írtam fel, mert nagyon jó és élő példa az Önök mostani programjában meghatározott elképzelés, ami a szénhidrogén kutatók és művelők szakosztályának létrehozását irányozza elő.

Tisztelt Hallgatóim, ezekről kívántam Önöket tájékoztatni. Engedjék meg, hogy azzal fejezzem be a tájékoztatást, megköszönve a figyelmüket, hogy a vándorgyűléshez ismételtelen nagyon eredményes és sikeres munkát kívánjak. Köszönöm szépen."

A szénhidrogének kutatását és termelését illetően abban mindig egyetértettek a szakemberek, hogy ez a sokirányú tevékenységet felölelő, térben és időben determinált folyamat egy összefüggő vertikumot alkot, abban azonban már megoszlottak a vélemények (és ez már általában nem a kutatók akaratán múlott), hogy ez a folyamat milyen szervezeti formában valósuljon meg.

Megállapítható, hogy fő vonalakban két alaptípus alakult ki, mégpedig attól függően, hogy a régióban milyen nagyságú volt az állam tulajdonosi szerepe, milyen volt az adott térségben a gazdaság működésének mechanizmusa (piacorientált vagy tervutasításos) és milyen fejlődési stádium volt jellemző az illető ország (gazdasági övezet) kőolajiparára.

Magyarországon a MAORT államosításával mind a kutatási, mind a termelési tevékenység concessziót kizáró állami monopólium lett, amely jogát az állam gazdasági szervezetein keresztül gyakorolta.

A Keleti blokk országaira jellemzően az 1957-ben alapított OKGT is igyekezett minden — az alaptevékenységhez kapcsolódó ún. szervizjellegű — munka elvégzésére saját kivitelező bázist kialakítani. Így a vertikum kiteljesedésekor a geofizikai és fűrészi munkák mellett már a vezetékepipítési, gépgyártási és gázszolgáltatási tevékenység is az OKGT keretében összpontosult. Az így kialakult szervezet az öt körülvevő hatósági intézményekkel, a központosítási és újraelosztási rendszerével egyetemben, a tervutasításos rendszer tipikus termékének tekinthető.

Az első világbanki hitelfelvétellel kapcsolatos szakértői felmérések vetették fel először egy korszerűbb — a megrendelő és kivitelező jogainak és kötelemének egyértelmű megfogalmazását és ezt szervezetenként is kifejezésre juttató — olajipari szervezet kialakításának szükségességét. Ennek a kíváncságnak kielégítésére az OKGT akkori vezetése már 1985-ben felállított egy csapatot, amelynek feladata a kutatási területen annak kimunkálása volt, hogy ne a „hardware” (ahogy a Világbank fogalmazott) határozza meg a kutatások helyét és volumenét.

A számos variációs lehetőség közül az OKGT vezetése 1989-ben döntött arról, hogy a fűrészvállalatok keretében működő különböző geotevékenységek 1990. július 1-től — ideiglenes jelleggel — kerüljenek át a Geofizikai Kutató Vállalat keretébe.

Ez a megoldás annyit oldott meg a fennálló problémákból, hogy az új szervezetben együtt dolgozhattak a kutatásban részt vevő különböző szakemberek, adódott tehát lehetőség a korszerű teammunka megteremtésére és ezen keresztül az integrált értelmezési munka beindítására. Csökkent továbbá az egy szervezeten belüli ellenérdekű tevékenységet végzők száma is (pl. geológia a fűrésznál), bár bizonyos szervizjellegű tevékenységeknél — annak ellenére, hogy a kivitelezők és értelmezők más igazgatóságokhoz tartoztak — mégiscsak fennmaradt az egy vállalatban

belüliség. Összességében a szervezési módosítás sikereket hozott, mert a fűrészi tevékenység drasztikus csökkentése ellenére növekedett a megtalált szénhidrogén mennyiség. Nyilván ebben a szervezeti módosítás csak egy volt az egyéb tényezők közül.

Az OKGT átalakulásának 1990. évet követő szakaszában már nemcsak a kutatási, hanem az egész olajipari szervezet korszerűsítése napirendre került. Itt a fő cél az volt, hogy egy olyan korszerű, a piaci körülményeknek megfelelő szervezet jöjjön létre, amely számol a nemzeti olajvállalat monopolhelyzetének megszűnésével, külföldi cégek — mint versenytársak — megjelenésével, tiszta világos profilok kialakításával, ezen belül is az irányító és kivitelező munka elkülönült szervezetben történő megvalósulásával.

A MOL Rt. és ezen belül a divíziók felállítása után kerülhetett sor a még MOL Rt.-n belüli szervizvállalatok átalakulására. Igazgatósági döntés értelmében a Geofizikai Kutató Egység 1992. december 1-vel jogilag felszámolásra került.

Különböző munkákat végző részlegeiből az alábbi két Kft. alakult, míg a kutatás-irányító terevező, értelmező és fűrésellenőrző osztályok a „Kutatás-Termelési Ágazat”-ba integrálódtak.

Mélyfűrészi Szolgáltató Kft. (Szolnok)

Fő tevékenysége: az 1993. január 1-jével megalakított, a MOL Rt. tulajdonát képező cég tevékenységi köre a szénhidrogénkutatás és feltárás mélyfűrészi fázisában, illetve a kutak üzemeltetése során történő adatszolgáltatás, amely a telepek felfedezését és azok gazdaságos kitermelését segíti elő. Szolgáltatási választéka kiterjed a mélyfűrészi geofizikai szelvényezésre, robbantásos rétegmegnyitásokra, geológiai szervizmunkákra, csővezeték és csővezetetlen kutakban végzett különböző kútvizsgálati mérésekre.

Geofizikai Szolgáltató Kft. (Budapest)

Fő tevékenysége: az 1993. január 1-jével megalakított, a MOL Rt. tulajdonát képező cég fő tevékenysége elsősorban szénhidrogének tartalmú geológiai képződmények geofizikai módszerekkel történő felkutatása, valamint már megismert kőolaj- és földgáztelepek gazdaságos termelését segítő, felszínen és mélyfűrészekben történő mérések elvégzése, a mérési adatok számítógépes feldolgozása, valamint a munkához kapcsolódó karbantartó és egyéb kisegítő tevékenység végzése.

Remélem, hogy ezen szervezetek eredményes tevékenységéről az Egyesület lapjában még sokat olvashatunk, amihez utódaimnak, és az általuk vezetett részlegek valamennyi munkatársának sikeres jövőt kívánok.

Molnár Károly

11. ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓS WORKSHOP

1992. augusztus 26. és szeptember 2. között a wellingtoni (Új-Zéland) Victoria Egyetemen került sor — Dr. M. INGHAM szervezésében — a 11. Elektromágneses indukciós workshop megrendezésére a déli félteke tavaszba hajló télutóján. Emlékeztetőül megemlítjük, hogy az IAGA (Nemzetközi Földmágnességi és Aeronómiai Asszociáció) 1-2 munkacsoportja (Elektromágneses indukció és elektromos vezetőképesség) 2 évente rendezi 1972 óta ezeket a workshopokat a világ különböző részein. (Így 1976-ban Sopronban rendezték a 3. workshopot.) A workshop nevének megfelelően egy szekciós munkaülés, amelyen a szakterület szinte valamennyi aktuális kérdésének megtárgyalására sor kerül az elméleti az adatgyűjtésen, adatfeldolgozáson és modellezésen keresztül az értelmezés közeletfizikai és földtani alapjait.

Bár Új-Zéland igen távol fekszik mind az európai, mind az amerikai indukciós kutatási központoktól, rendkívüli földtani-geofizikai adottságai és ezek megtekintésére szervezett szakmai kirándulás révén számos szakértőt vonzott a workshopra, amely egyébként is nagy népszerűségnek örvend elsősorban szakmai jelentőségénél fogva. A résztvevők száma meghaladta a 100 főt. Közép-Kelet-Európából sajnos egyedül vettem részt a workshopon.

A 9 ülés témája a következő volt:

1. Térforzító hatások a magnetotellurikus adatokban és azok eltávolítása (9)

2. Az EM indukciós kutatások számára fontos új közvetlaboratóriumi eredmények (5)

Review előadást tartott J. J. ROBERTS és J. A. TYBURCZY „Ásványok és részlegesen olvadt kőzetek elektromos sajátságainak frekvenciafüggése” címen.

3. Indukciós tanulmányok geotermikus és vulkáni területen (14)

Review: H. EYSTEINSSON „Az ellenállásmódszerek alkalmazása az izlandi geotermikus kutatásban”.

4. Regionális vezetőképességmodellek tektonikai értelmezése (24)

Review előadás tartott C. BROWN and V. R. S. HUTTON a fenti címen.

5. Új matematikai módszerek a modellezésben és az inverzióban (30).

Review: A. RAICHE: „Modellezés és inverzió: haladás, problémák és kihívások”.

6. EM tanulmányok hozzájárulása a multidiszciplináris földtudományi szelvényekhez (geoscientific transects) (9)

7. A globális geodinamikai folyamatok EM tanulmányozása (7)

Review: P. TARTITStól a fenti címen.

8. Új adatgyűjtési és feldolgozási technikák (13)
Review: E. NICHOLStól a fenti címen.

9. Egyéb előadások (az EM indukció területéről) (16).

Az egyes témákban elhangzott, illetve posteren bemutatott előadások számát a cím mellett megadott szám mutatja. Összesen 127 előadást tartottak.

A workshopot megelőző 2 napon D. A. G. JONES a COPROD 2 címen meghirdetett 2 dimenziós inverziós számítási eljárások összehasonlítását értékelte ki az érdekeltekkel. Egy-egy nagyobb előadás csoport után (4, 5 és 8 témából) ún. PANEL-DISCUSSION-t szerveztek, amelyen a vitavezetők provokálták a hallgatóságot és így élénkítették a vitát és a sok előadástól esténként eléggé elfáradt résztvevőket.

Bár elhangzott néhány előadás a gerjesztett EM terekkel (p. tranziens, tenzorális Schlumberger szondázás) végzett kutatásokról, a figyelem minden vonatkozásában a természetes EM terekkel — magnetotellurikával — nyert eredmények bemutatására, illetve ennek módszer- és műszerkutatási hátterére irányult.

Az előadások 1/4-e új matematikai módszereket ismertetett a modellezés és az inverzió területéről. Érdemes ezzel kapcsolatban a reviewer Dr. A. RAICHE konklúziójának utolsó mondatát idézni. „Költségünk által az elmúlt két évtized során végzett jó tudományos munka, összekapcsolva az információs technológia fejlődésével a modellezésben és az inverzióban, egy új korszak küszöbére juttatott bennünket. Ennek az izgalmas munkának eredményeként azonban meg kell kérdeznünk, hogy mit tehetünk az EM módszereink kis feloldóképességével, amelyet az *aluláteresztő szűrőnek* nevezhető Föld okoz?” E nehéz kérdés megválaszolására vár.

A regionális vezetőképességmodellek tektonikai értelmezése terén a reviewerek megerősítették a szoros kapcsolatot a felső köpenyben észlelt vezetőképességnövekedés és szeizmikus sebességszökkenés (asztenoszféra), továbbá a redukált felszíni hőáram között. — Az EM kéregkutatások egyik legfontosabb, ugyanakkor kézenfekvő megállapítása, hogy a kéregben lejátszódó valamennyi fontosabb jelenség: részleges olvadás, nagy térfogatú folyadék (CO_2 és H_2O) folyamatos átáramlása a kérgen és metaszedimentek alátölődése stb. létrehozhat vezetőképesség anomáliát. Az értelmezésnek tehát tág tere van. Ezt számos példával igazolták, hivatkozva a grafitos palákra vonatkozóan a Periadriai vonal mentén nyert adatainkra is. A reviewer felhívta a figyelmet a szakterület belterjességére: *Többet kell publikálni földtani szaklapokban.*

Általános érdeklődés kísérte az új-zélandi és izlandi geotermikus és vulkáni területeken végzett

mesterséges terű (p. tenzoriális Schlumberger-szon-dázások, CSAMT, stb.) és MT kutatások eredményeit, amelyek a geotermikus energiatermelés előkészítési fázisát jelentik a fenti területeken és a geoelektromos módszerek hasznosságát igazolják.

A magnetotellurikus módszernek változatlanul az alapproblémája a különböző tértorzulások és ezek között különösen az inhomogenitások révén kialakuló elektromos tértöltések hatásának (static shift, S-hatás, stb.) kiküszöbölése. A sokféle kísérlet (empirikus, modellezési stb.) mutatja, hogy nincs általánosan alkalmazható megoldás és problémák vannak még a nomenklatúrában is. Az EMAP technika alkalmazásáról és eredményeiről mindössze egy chilei ipari MT kutatással kapcsolatban számoltak be. Ennek költségei azonban meghaladták a szeizmikáét.

A pontos mérést, beleértve a fázis meghatározását is, az adatok robusztus kiegyenlítését, a regionális és lokális hatások szétválasztását (dekompozíció), a dimenzionális meghatározását az értelmezés alapfeltételeinek tekintik.

A lokális inhomogenitásokra a kombinált AMT és Schlumberger szondázás érzékenyebbnek bizonyult.

200–400 km-nél nagyobb mélységből csak hosszú periódusú mágneses változásokkal kaphatunk megbízható képet az elektromos vezetőképesség eloszlásáról. Egy kanadai kutatócsoport „A Kanadai pajzs mint a köpenyre nyíló ablak” címen 200, 400 és 700 km mélyen mutatott ki vezetőképességnövekedést, amelyből a két utolsó a feltevések szerint a kőzet (plibvin) fázisátalakulásnak mélységét jelzi.

Két különösen érdekes előadásra szeretnék még utalni:

- A White Island 1 km átmérőjű kráterében 1967 óta évente 3–4 mágneses mérést végeznek. Az adatok korrekciója után egyértelmű indikációt kaptak a magma feláramlásaira nézve (a mágneses tér mintegy 250 nT-es csökkenése révén (demagnetizáció). Így a vulkánkitörést előre

tudták jelezni. Kiszámították, hogy a magma fűtésére a természet 500 MW teljesítményt fordít [CHRISTOFFSON előadása].

- Az ELF jelek Schuman-féle harmonikusai (8, 14, 21 Hz) mágneses amplitúdójának megváltozása az évek során szoros kapcsolatot mutatott a hőmérséklet 0,5°C-os globális változásával (global change).

Az érdekesebbnél érdekesebb eredményeket hosszban lehetne sorolni. Ezeket azonban jórészt publikálni fogják. A review előadások anyaga hagyományosan a „Surveys in Geophysics”-ben, míg az ún. contributed paper-ek a japán „Journal of Geomagnetism and Geoelectricity”-ben jelennek meg főként a workshop rendezőjének, Dr. M. INGHAM gondozásában, akinek a workshop szervezésében kifejtett jó munkáját dicsérni kell.

A workshophoz a hét végén egy rendkívül érdekes szakmai kirándulás kapcsolódott, amelynek során a Taupo tó környékén megtekintettük a Wairakei Geothermal Field-et és a Tongariro Volcanic Centre-t, így azokat a jelenségeket, amelyeket az Új-Zélandot átszelő lemezkollízió következtében néhány száz m mélyen lévő magma gerjeszt. A 600 m mély fúrásokból nagy erővel feltörő gőzt erőművekben hasznosítják. A geotermikus energia az ország energiaellátásában néhány százalékkal vesz részt jelenleg (kb. 200 MW), a felhasználásnak azonban nagy tartalékai vannak (kb. 2000 MW-ra becsülik.) Erre a célra jól kidolgozott technológia áll rendelkezésre, amelynek magyarországi hasznosítását érdemes lenne megfontolni.

A Workshopon alkalom volt bemutatni az Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. külökiadványát, amely „Electromagnetic Results in Active Orogenic Zones” címen egy 1991. évi bécsi IUGG konferencia anyagát tartalmazza szerkesztésben.

Ádám Antal

AZ SEG 62. KONFERENCIÁJA ÉS KIÁLLÍTÁSA

THE SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS SIXTY-SECOND ANNUAL INTERNATIONAL MEETING & EXPOSITION

New Orleans, 1992. október 25–29.

1992-ben a Society of Exploration Geophysicists szokásos évi kongresszusát és kiállítását a louisianai New Orleans-ban tartotta, ugyanis a Mississippi torkolatánál fekvő és egykori francia gyarmati jellegét még ma is őrző délvidéki város jelentőségét nemcsak a turisták által kedvelt történelmi ízü mulatónegyede és néger zenekarai adják, hanem a Mexikói öböl kőolajiparának egyik központja is itt van. Bár a város maga egy ízig-vérig amerikai nagyváros betontornyokból álló belvárossal, bonyolult autópálya keresztesedésekkel, fénnel és szeméttel, udvariassággal és fenyegetéssel, de a tenger közvetlen közelsége, a rajta átfolyó, nyüzsgő élettel teli nagy folyó, a pálmákat nevelő mediterrán klíma, a színesen kavarr-

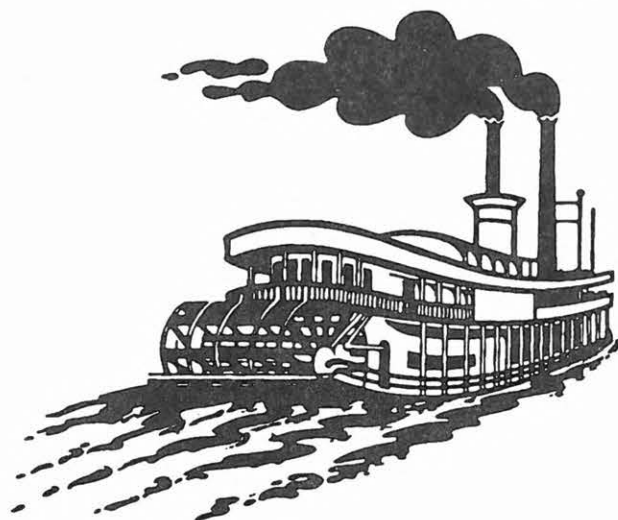
gó turistákra váró konfliktusok és a mindenütt és mindig jelenlévő jazz zene mégis valami franciásan könnyed vidámságot kölcsönöz neki, különösen ha Dallas vagy Houston kedélytelen „business” centrikus világával hasonlítjuk össze.

A rendezvényt helyileg az „Ernst N. Moril” vagy népszerűbb nevén a „New Orleans” Kongresszusi Központban tartották, amely nagyon hasonlít a houstoni kongresszusi központ horizontális betontömbjéhez, de méreteit tekintve valamivel kisebb annál és az, hogy közvetlenül a Mississippi partján fekszik, valahogy emberközelibbé teszi. A földszint itt is egyetlen roppant méretű csarnokot alkot, ebben helyezkedett el a regisztrációs terület, a teljes kiállítás,

az étterem, az egyetemeknek az ipar által szponzorált project-jeit bemutató poszterkiállítás, valamint még egy kb. 900 fős előadóterem is, az úgynevezett „Mini-Workshop Theater”. Az első emeleten zajlott maga a kongresszus, itt rugalmasan alakítható méretű termek vannak, ezekből a rendezvény az előadóülések céljára nyolc helyiséget, két 1000, egy 600, két 350, egy 200 és két 120 főt befogadó előadót alakított ki, ezenkívül ezen a szinten volt az úgynevezett „szakmai ebédek” (Technical Luncheons) két, mintegy 800-1000 fős helyisége is. A termek technikai felszereltsége mindenütt kitűnő volt.

A rendezvény nagyközönségnek szánt része vasárnap, október 25-én, este 6 órakor a kiállítás megnyitásával és az ehhez kapcsolódó „icebreaker”

Elektromágneses módszerek	(16)
Eset tanulmányok	
Szeizmikus sztratifráfia	(8)
3-D	(8)
Terepi tanulmányok	(8)
Global Positioning System	
GPS a geofizikában	(8)
Gravitáció és földmágnesség	
Modellezés és feldolgozás	(8)
Radiometrikus és potenciál tér módszerek	(8)
Kőzetfizika	
Elmélet	(8)
Laboratóriumi mérések	(8)



party-val kezdődött. A kongresszus maga másnap, hétfőn délelőtt az úgynevezett „Elnökségi üléssel” nyílt meg. Ez az ülés ezen a kongresszuson a korábbinál nagyobb súlyt kapott, a szokásos itt elhangzó megnyitó beszédeken és üdvözléseken túl itt adták át a társulati kitüntetések is, mert a takarékoság jegyében a korábban szokásos nagy galaest elmaradt. Az üdvözlések sorában az EAEG részéről J. NOOTEBOOM elnök üdvözölte az SEG-t. A kitüntetettek között a nálunk is ismertebbek közül a földjének számító „Maurice Ewing” emlékérmét kapó CLAERBOUT professzort, a tiszteleti tagságot kapó prágai CERVENY professzort, illetve a „vállalkozók kitüntetését” elnyert Dick PELTONT érdemes említeni. De ez az alkalom szolgált az ünnepélyes vezetőség váltásra is, ahol William S. FRENCH, az 1991-1992. évi elnök és csapata átadta a Társulat vezetését Marion BONE-nak (TimeSlice Tech. Inc.), az 1992-1993. évi elnöknek, és az új tisztségviselőnek.

A szakmai program nyolc párhuzamos szekcióban folyt, ebből hét szekcióban a szokásos előadói ülések, egyben pedig úgynevezett „mini workshop”-ok — ezek az európai poszter szekcióknak feleltek meg — zajlottak. Az előadások téma szerinti megoszlása a következőképpen nézett ki:

Elektromágneses módszerek	
Ellenállás és indukált polarizáció	(8)

Kutatói szimpózium	
„A legfrissebb fejlemények és az út előttünk”	(8)
A nyári AVO munkatalálkozó legjobb előadásai	(8)
Szekvencia sztratifráfia	(8)
Mélyfúrási geofizika	
Cross-Well Tomography	(16)
VSP	(16)
Cross-Well Reflection/Fúrólukbéli hullámforrások	(8)
Karotázs mérések	(7)
Mérnökgeofizika és talajvízkutatás	
Környezetvédelmi geofizika	(8)
Mérnökgeofizika, vízkutatás és archeológiai geofizika	(6)
Mesterséges intelligencia	
Neural Networks in Geophysics	(6)
Szeizmikus adatgyűjtés	
Szárazföldi	(8)
Tengeri	(8)
Szeizmikus elmélet	
3-D Modellezés/Imaging	(8)
Hullámterjedés	(8)
Discrete Grid Methods	(8)
Sugár/spektrum módszerek	(8)

Anizotrópia	(8)
Szeizmikus feldolgozás	
Többszörösök csillapítása	(8)
Statikus korrekció	(8)
Zajcsillapítás	(8)
Matematikai módszerek	(8)
Sebességmeghatározás	(8)
Szeizmikus inverzió	
Terjedési idő módszerek	(8)
Hullámalak módszerek	(8)
Szeizmikus lithológia	
Elmélet	(8)
AVO feldolgozás	(8)
Terepi tanulmányok	(8)
Szeizmikus migráció	
Elmélet	(24)
Mélység szerinti migráció	(8)
DMO	(8)
Sebesség/Anizotrópia/Tomográfia	(8)
A "mini workshop"-ok témái	
Elektromos módszerek	(11)
Új irányok a számítástechnikában	(11)
A nyári AVO munkatalálkozó legjobb előadásai	(18)

A program szerves részét képezték még a külön belépti díjért látogatható „szakmai ebédek”, ezek az ebédszünetben tartott, étkezéssel összekötött előadások, amelyeket szabad vita követett. A szakmai ebédek témái a következők voltak:

Gravitáció és földmágnesség
Mezőnbelüli geofizika
Bányászati és geotermális geofizika
Mérnöki és vízkutató geofizika
Tengeri kutatás és oceanográfia

Végül szintén a szakmai programhoz tartoztak még a kongresszus utolsó délutánján, amikor már előadások nem voltak, a szintén külön részvételi díjjal járó „Workshop”-ok, munkatalálkozók, amelyeket a következő címeken rendeztek:

Mélyfúrásban alkalmazott nyíróhullámok
A tároló változásainak nyomon követése
(Monitoring Reservoir Changes)
Aktív folyadék áramlás a dinamikus üledékes medencékben
Kutatás (research) a 90-es években
Környezetvédelmi problémák: geofizikai megoldások
Szekvencia sztratigráfia

Így a szakmai program keretében elhangzott vagy bemutatott összes előadások száma New Orleansban 391 volt, ha a külön díjért látogatható szakmai ebédeket és munkatalálkozókat nem tekintjük. (El-

nézést kérek a helyenkénti angol kifejezésekért, de tekintettel a küszöbön álló geofizikai nyelvújításra, ahol nem tudtam az általánosan elfogadott magyar fordítást, ott inkább az angol kifejezést használtam a magyartások „poliferalódásának” elkerülésére.)

A rendezvény regisztrált résztvevőinek számát az előző évi gyakorlattól eltérően nem közölték, de úgy 8000 fő körül lehetett.

A szakmai programokkal párhuzamosan zajlott a kiállítás, amelyen 288 cég mutatta be termékeit és szolgáltatásait. Itt is elsősorban a plakátok, videofilme és a számítógépes demonstrációs anyagok domináltak a ténylegesen bemutatott eszközök helyett.

Összefoglalva: a rendezvényről elmondható, hogy mind színvonalában, mind méretében megfelelt az SEG Meeting-ek legjobb hagyományainak, még ma is ez a világ első számú alkalmazott geofizikai rendezvénye, a nagy Number One. Azt azonban meg kell említeni, hogyha az ember az egy évvel korábbi SEG Meeting-gel veti össze, akkor a rendezvényen nagyon érezhető volt az amerikai hazai kutatás nagy visszaesése. Nem lehet pusztán a helyszín megváltozásával indokolni azt a 10-30 %-os csökkenést, ami mind a regisztrált résztvevők, mind az előadások, mind a kiállítók számában megmutatkozott. Ezt jelezte a hagyományos nagy szerdai gála est elmaradása és egyesületi jellegű eseményeinek a hétfői elnöki megnyitó ülés programjába történő beépítése is.

Végezetül, beszámolómba befejezésül, szeretném még felsorolni az SEG-nek azokat a nagyobb nemzetközi rendezvényeit, amelyeket New Orleansban hivatalosan meghirdettek:

The Third Annual SEG Development and Production Forum

GEOPHYSICAL MEASUREMENTS OF
RESERVOIR PROPERTIES
1993. június 27- július 2. — Osage Beach,
Missouri, USA

SEG/SPG International Geophysical Conference
BEIJING 1993

1993. július 12-18. — Beijing, People's Republic
of CHINA

SEG International Exposition
MOSCOW '93

1993. augusztus — Moscow, Russia

1993 SEG Summer Workshop

3-D SEISMOLOGY: INTEGRATED COMPRE-
HENSION OF LARGE DATA VOLUMES
1993. augusztus 1-6. — Rancho Mirage,
California, USA

SEG Sixty-Third International Exposition and Annual Meeting

1993. szeptember 26-30. — Washington, D.C.,
USA

Bodoky Tamás

1992. október 7-én rendezte meg a MTESZ II. Újságíró Konferenciáját, amelynek címe *A tudományos igazságért, a műszaki haladásért* volt. Erre a konferenciára a Szövetség Érdekvédelmi Bizottságába delegált tagként kaptam meghívót.

Dr. TÓTH János elnöki megnyitóját PUNGOR Ernő és NÁRAY-SZABÓ Gábor akadémikus tartott vitaindítót, majd az MDF, az MSZP és az SZDSZ képviselője beszélt. Ezután újságírók és a MTESZ egyesületek küldötteinek hozzászólásai következtek, összesen 13.

Meglehetősen vegyes érzelmeket keltett bennem ez a rendezvény. Egy közlés szerint 70 újságíró és 70 MTESZ képviselőt hívtak meg. A konferencia befejezésekor voltunk vagy ötvenen. Az egyik hozzászóló (ZÁDOR Erika újságíró) szerint összesen három aktív újságíró volt jelen. Pedig kezdés előtt kávé és üdítő, a szünetben szendvics, kávé és üdítő, a konferencia után pedig ebéd várta a résztvevőket.

Szó esett a konferencián is arról, jó volt-e az előkészítés. Vegyes érzelmeimet többek között az is okozta, hogy túl széles vagy túl lazán meghatározott volt a téma. Ezért az önmagukban érdekes, de egymáshoz alig kapcsolódó vitaindítókban, hozzászólásokban beszéltek a magyar realitásmisér megbecsüléséről, munkafeltételeinek javításáról, a kutatás-fejlesztés jövőjéről, a tudományos újságírástól, a tudományos újságírók szinte teljes hiányáról, kiöregedéséről, a szennyezéshajhász „tudományos” újságírástól, az áltudományos hírekről és sikerük titkáról, a csodavarásról, a szaklapok nehéz helyzetéről, az értelmiség, a tudományos intézmények hiteléről,

ugyanakkor a megfelelő, közölhető tudományos anyagok, hírek hiányáról, a pénzügyi nehézségekről is. Olyan vélemény is elhangzott — tovább bővítve a témakört — hogy a felsőoktatás legyen angol nyelvű, a MTESZ pedig mérnökkamara.

Név szerint hadd említsek egyetlen hozzászólót. PAKUCS János, az Innovációs Kamara elnöke, kifejtette, hogy az innováció, a tudomány területén sok állami feladat van, ezért feltétlenül szükség lenne Tudományos-Kutatási Minisztériumra.

Egy újságíró kifogásolta, hogy rendkívül kevés anyagot kaptak, ebből nehéz jó tudósítást készíteni. Ezeket az anyagokat én is megkaptam, belőlük egy riasztó jelenségre azonban lehet következtetni. Az 1992. június 12-én kelt érdekképviselési elképzelésekben az áll, hogy a MTESZ növekvő számú tag-egyesületei kb. 150 ezer szakembert foglalnak magukba, az 1992. október dátumú MTESZ ismertetőben már csak több mint 100 ezer szerepel.

A meghívó kézhezvétele után készültem arra, hogy én is hozzászóljak és Egyesületünk nevében kérem, a MTESZ ne feledkezzék meg a kis egyesületekről, a nagyobb csoportokba — például alaptudományok, mérnöki tudományok — nehezen illeszthető tudományágakról. Végül úgy éreztem, ez a mondanivalóm nem illett volna a konferencia bármilyen tágan is értelmezett témájához és nem szóltam hozzá. De az ígéret szerint az Érdekvédelmi Bizottság alakuló ülésére is rövidesen sor kerül, ott módom lesz a kérdés felvetésére.

Verő László



DR. BARTA GYÖRGY

1915–1992

1992. október 21-én, 77-ik életévében elhunyt BARTA György akadémikus, a Föld mágneses terével kapcsolatos kutatások nemzetközileg kiemelkedő tudósa. Nevéhez fűződik a Tihanyi Geofizikai Obszervatórium létrehozása, az első korszerű országos mágneses mérés megszervezése, számos világkonferencia, közöttük a COSPAR 1980. évi ülésének megrendezése. A világon elsőként ismerte fel a mágneses tér 50 év körüli periódusidejű szekuláris változását. Hosszú időn keresztül volt a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet osztályvezetője, majd 1971–1985 között az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára.

1915. október 29-én Poprádon született. A Budapesti Tudományegyetem Bölcsészeti Karának mennyiségtan-természettan szakán 1939-ben szerzett tanári oklevelet.

1939-ben a Magyar Állami Meteorológiai és Földmágnességi Intézet kötelékébe lépett és 1940-ben az intézet ógyallai obszervatóriumába került. Az Országos Ösztöndíj Tanács 1941 márciusától 1942 februárjáig kiküldte a németországi és dániai földmágnességi obszervatóriumok tanulmányozására. Visszatérése után Ógyallán a földmágnességi szolgálat fejlesztésével foglalkozott. 1943 őszén Észak-Erdélyben mágneses területi mérést végzett. 1947 tavaszán a debreceni Tudományegyetemen fizikai földrajz, fizika és matematika tárgykörökből „summa cum laude” doktori fokozatot ért el. 1947-ben az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kérésére alapján részt vett a Pálháza környéki sókutató munkálatokban, majd megbízták a földmágnességi szolgálat újjászervezésével. Ekkor állította fel Budakeszin az 1955-ig dolgozó földmágnességi regisztráló állomást. 1949 júliusában a Geofizikai Intézet megbízta az ország föld-

mágneses alaphálózatának elkészítésével. Az országos mérések folyamán a Meteorológiai Intézet lemondott az eddig hozzá tartozó földmágnességi munkaköréről, a műszerekkel együtt 1950. szeptember 1-én átadta a Geofizikai Intézetnek.

1953–54-ben a tihanyi Geofizikai Obszervatórium tervezésével, felszerelésével és működésének megindításával foglalkozott. 1960-ban felszerelte a bajai és nagycenki mágneses obszervatóriumokat is. Szem előtt tartva a hazai földmágnesses mérések nemzetközi összehasonlíthatóságát, 1953 júliusában elvégezte a magyar és csehszlovák mágneses műszerek összemérését majd 1958 júniusában az NDK niemecki földmágnességi obszervatóriumában végzett összehasonlító méréseket. 1959 nyarán csehszlovák-magyar együttműködés keretében meghatározta a két ország mágneses obszervatóriumainak nívkülönbségét és a határmenti alaphálózat pontjainak összehasonlító értékeit.

Törekedett arra, hogy kutatási eredményeit a nemzetközi tudományos élet résztvevői megismerjék. 1962-ben a lipcsei Jelenkori Földkéregmozgás és a párizsi Gravitációs Kongresszuson a Föld magjának excentricitásáról, a gravitációs tér évszázados változásáról tartott előadásokat. Az előadásokban javasolt Egyenlítő körüli graviméteres méréseket a párizsi kongresszus elfogadta. Ezen a területen végzett tudományos munkájának elismerése volt, hogy az UGGI Geodéziai asszociációja 5. Speciális Tanulmányi Bizottságának (Special Study Group No. 5) tagjává választották. Ezenkívül az IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) I., III. és IX. Bizottságának (Obszervatóriumok és műszerek; Földmágnesség és Föld belső szerkezet és Történeti Bizottság) is tagja lett.

1963 májusában a berlini Tudományos Akadémia újból meghívta földmágnességi elmélete ismertetésére, majd 1964 februárjában a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának meghívására a VII. Általános és Paleomágneses Kongresszuson vett részt, ahol ismertette elméletének legújabb eredményeit.

1965 szeptemberében a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió Geodéziai és Gravitációs Asszociációja Gravimetrikus Bizottságának meghívására részt vett annak párizsi kongresszusán. A gravitációs tér évszázados változásával foglalkozó ülésen elnökölt és ismertette az elgondolással kapcsolatos új megfigyeléseket és eredményeket. A kongresszus újabb határozatokban mutatott rá a földalak és gravitációs tér feltételezett évszázados változása kimutatásának elvi fontosságára.

1965 novemberében részt vett Potsdamban a Német Tudományos Akadémia Földmágneses Intézetének paleomágneses kongresszusán, és a középkelet-európai demokratikus államok földmágneses térkép-szerkesztő munkabizottságának varsói ülésén. Az utóbbit a csehszlovák-magyar földmágneses alaphálózatok csatlakozó méréseiről és annak eredményeiről tartott előadást.

1966 májusában részt vett a Nemzetközi Geofizikai Év eurázsiai régiója planetáris geofizikai bizottsága (KAPG) alakuló ülésén (Lipcsében), ahol szűkebb szakterületének — a mágneses szekuláris változások kutatásának — koordinálására Magyarországot kérték fel. A magyar KAPG bizottság munkájának évtizedeken át résztvevője volt, hosszú időn keresztül elnökhelyettesként irányítva tudományos szakterületén a hazai és koordinálva a külföldi kutatásokat.

Számos további külföldi kiküldetése közül kiemeljük a Seattle-ben (USA) megrendezett COSPAR konferenciát, ahol 1971-ben a Nemzetközi COSPAR Bizottság elnökségi tagjává választották, az Uppsalai Egyetem (Svédország) meghívására tartott előadás-sorozatát és az IUGG Moszkvai Konferenciáját, ahol a Nemzetközi Geodinamikai Program 6. munkacsoportjának vezetésére kapott megbízást.

Kutatási eredményeiért 1952-ben elnyerte a műszaki tudomány kandidátusa, 1956-ban a tudomány doktora fokozatot. A Magyar Tudományos Akadémia 1970-ben levelező, 1982-ben rendes tagjává választotta.

1949–50, 1954–55, 1955–56 tanévekben a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen „A földi mágneses tér” címmel, 1961–62 tanévben és 1965–66 tanév második felében pedig „Speciális fejezetek a földmágnesség köréből” címmel heti 2 órában; 1962–63 és 1963–64, valamint 1964–65 tanévek első felében pedig a budapesti Építészeti és Közlekedési Műszaki Egyetemen heti 5 órában „Általános geofizika” címmel tartott előadást.

A művelődésügyi miniszter, az ELTE tanácsának előterjesztésére, számára a címzetes egyetemi tanári címet adományozta.

1959–71 között osztályvezetőként irányította a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet földfizikai kutatásait. 1971-ben az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara meghívta az Egyed László halálával megürült Geofizikai tanszék vezetésére. Ezt a pozíciót 1985-ig, 70 éves koráig töltötte be, de a kutató munkától haláláig nem szakadt el. Tudományos tanácsadóként az Eötvös kísérlet megismétlését tervezte gyűrű alakú kitérítő-tömeg felhasználásával.

Tudományos munkásságának kiemelkedő, maradandó értéke a földmágneses tér szekuláris változásában felismert közel 50 éves periódus, melyet sokoldalúan analizált és fizikai magyarázatára is több elgondolást dolgozott ki. De eredeti megfigyelései voltak a Föld alakjáról, a földi gravitációs és mágneses tér kapcsolatáról, az Eötvös-kísérlet megismétléséről is.

Két könyve, száznál jóval több tudományos tanulmánya és számos népszerűsítő dogozata jelent meg. Szívesen beszélt a rádióban és televízióban kedves tudományáról, a geofizikáról.

Igen sok tudományos társaság és bizottság munkájában vett részt. Egyik alapító tagja, majd tisztségviselője, végül tiszteleti elnöke volt a Magyar Geofizikusok Egyesületének. Több szimpóziumon a magyar küldöttség vezetője. Az MTA Geofizikai Bizottságának szintén megalakulásától kezdve tagja, több cikluson át elnöke, az MTA Geonómiai Bizottságának alelnöke, majd elnöke, később a Geonómiai Bizottságból kialakított Természetfejlődési Bizottság elnöke volt. De hosszú ideig tagja volt az MTA Fizikai Bizottságának is és ellátta a Gravitációs albizottság elnöki teendőit is.

Számos nemzetközi szervezetben töltött be vezető funkciót: 1971–75 között tagja volt a COSPAR héttagú elnökségének, 1971-től 1980-ig irányította a Nemzetközi Geodinamikai Program 6. munkacsoportját. Az International Academy of Astronautics (Paris) is levelező tagjává választotta.

Működését több kitüntetéssel ismerték el. 1973-ban Állami Díjat kapott, a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1966-ban Eötvös emlékéremmel, a Magyar Meteorológiai Társaság STEINER Lajos Emlékéremmel tüntette ki, az NDK Tudományos Akadémiája Gauss (1977), majd Humboldt (1984) emlékéremmel ismerte el kiemelkedő földmágneses kutatásait, de megkapta az ELTE Eötvös Loránd emlékérmét (1986) és az International Academy Foundation (USA) Einstein emlékérmét is (1990).

BARTA György halálával a magyar és nemzetközi geofizika kiváló tudóst és tudányszervezőt veszített el. Számos munkatársa és tanítványa mellett a hazai és nemzetközi geofizikai közösség is gyászolja. Eredményei, az általa létrehozott obszervatóriumok, az általa újból megindított hazai földmágneses kutatás maradandó értékekkel gazdagították a tudományt. Emlékét kegyelettel őrizzük.

Meskö Attila

Hobót]

MAGYAR GEOFIZIKA

a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

33. évfolyam

4. szám

HU ISSN 0025—0120

Megbízott főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztőbizottság: dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Kis Károly, Tóth Lajos, Verő László,
Zelei András

Szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)
Telefon: 201-9815
